

La mécanisation du décortilage du fonio

Au Mali et au Burkina Faso

Étude de cas

Equipe cas : **Thierry Ferré** (Cirad-UMR Innovation), **Jean-François Cruz** (Cirad-UMR Qualisud), **Ignace Medah** (CNRST-IRSAT)

Stagiaire : **Mathieu Chtioui** (ISTOM)

Référents : **Marie-Hélène Dabat** (Cirad-UMR ART-Dev), **Agathe Devaux Spatarakis** (Cirad-UMR Innovation),

Avec les participations de
Afrique Verte – APROSSA au Burkina Faso et Afrique Verte – AMASSA au Mali
Mme Bore Fanta Guindo (IER) et Mme Coulibaly Adam Tall (AMASSA)

et

Avec la contribution du Projet Aval-Fonio

Juin 2016

1. **Résumé exécutif**

Au cours de l'année 2015, le Cirad a entrepris de conduire 13 études de cas selon la méthodologie ImpresS (Impact des RechercheS au Sud). Ces études interviennent dans le cadre du chantier stratégique d'établissement : « innovation-impact ». L'étude de cas que nous présentons ici concerne la mécanisation du décortiquage du fonio (*Digitaria exilis*) en Afrique de l'Ouest.

L'innovation qui nous intéresse concerne la mise au point et la diffusion d'un équipement de décortiquage et de blanchiment du fonio. Le périmètre géographique de notre étude concerne principalement le Mali où a commencé le processus d'innovation et recouvre également le Burkina Faso où se diffuse également cette innovation. Le fonio est considéré comme la plus ancienne céréale indigène d'Afrique de l'Ouest et son aire de production s'étend du Sénégal au Lac Tchad. Dans les années 1980, le fonio était une céréale méconnue en dehors de ses zones de culture où il y était principalement autoconsommé et permettait aux producteurs d'assurer la soudure alimentaire. Du fait d'opérations post-récolte et de transformations longues et pénibles, le fonio était en fort déclin.

Fortement interpellé par des responsables de petites unités de transformation de céréales, les chercheurs du Cirad et leurs partenaires de l'IRAG (Institut de Recherche Agronomique de Guinée), de l'IER/LTA (Institut d'Economie Rurale/ Laboratoire de Technologie Alimentaire du Mali), et de l'IRSAT (Institut de Recherche en Sciences Appliquées et Technologies du Burkina Faso) conduisent de 1999 à 2003 un projet « *Amélioration des technologies post-récolte du fonio* », financé par le CFC (Common Fund for Commodities) et supervisé par la FAO. C'est dans ce cadre que sera conçu et développé un équipement de décortiquage et de blanchiment du fonio. Cet équipement sera baptisé « GMBF » pour rappeler la coopération entre les instituts de recherche des quatre pays qui participaient au projet: Guinée, Mali, Burkina et France.

Le processus d'innovation initial repose sur un dispositif multi-acteurs impliquant des chercheurs, un groupe de transformatrices ainsi qu'un équipementier de Bamako. Les principaux résultats de cette recherche concernent la réalisation du décortiqueur-blanchisseur de fonio, l'acquisition de nouvelles compétences en matière de conception d'équipements par l'équipementier et par les chercheurs, ainsi que l'accroissement des capacités à collaborer entre chercheurs, équipementiers et transformatrices qui permet aujourd'hui encore une collaboration sur d'autres innovations.

La démarche participative développée avec la méthode ImpresS, a d'abord permis de révéler des impacts sur le cercle restreint des acteurs ayant participé à la conception de l'innovation. Avec l'intégration du décortiqueur GMBF dans leurs processus de production, les petites entreprises de transformation ont connu une augmentation considérable de leurs volumes de production de fonio passant de quelques centaines de kilogrammes à près de 150 tonnes par an. Le fonio représente aujourd'hui de 60% à 80% de leurs chiffres d'affaires. Dans ce premier cercle d'acteurs, 2 équipementiers ont directement été impacté par l'innovation. En un peu plus de dix ans ces équipementiers ont produit et commercialisé près de 150 décortiqueurs dont près de 53 % au Mali et le reste à l'exportation vers d'autres pays d'Afrique de l'Ouest. L'autre impact positif majeur a été l'émergence d'opérateurs de première transformation, équipés en décortiqueurs, et ont pu également réaliser de la prestation de services auprès de leur clientèle principalement constituée de commerçants grossistes et de transformatrices. Nous avons pu constater l'émergence de ce type d'activité, lié à la diffusion du décortiqueur GMBF fabriqué à Bamako, en premier lieu au Mali mais également au Burkina Faso. Ces nouvelles activités de première transformation ont permis l'extension des impacts à de nouveaux acteurs. Ainsi, elles sont en grandes parties à l'origine de la création de nombreuses entreprises de transformation au cours des années 2000, près de 45 dans la seule ville de Bamako. La reconnaissance, par les consommateurs urbains, des qualités nutritionnelles et

gustatives du fonio a fortement contribué au succès des produits à base de fonio et à soutenir cette dynamique de relance de la filière.

Les impacts de 2^{ème} niveau, qui correspondent au déploiement de l'innovation, concerne principalement la présence en zones rurales, de décortiqueurs en prestation de services. Ce nouveau service en milieu rural a libéré les femmes d'une tâche qu'elles jugent beaucoup trop pénible. Femmes et hommes considèrent unanimement que l'arrivée de ce service dans leur village a probablement sauvé le fonio d'un déclin régulier : « *Si ce n'était l'arrivée de la machine, les cultivateurs avaient commencé à abandonner la culture du fonio....* ». Les producteurs constatent aussi une amélioration de la sécurité alimentaire car une part importante, de l'ordre du tiers de la production, reste pour la consommation familiale et permet de passer la période de soudure.

Ces impacts de niveau 2 ont également été documentés au Burkina Faso. Des processus similaires ont été observés dans la Région de la Boucle du Mouhoun où la présence d'opérateurs privés équipés de décortiqueurs Maliens permet la relance de la production de fonio et l'approvisionnement des unités de transformation situées à Ouagadougou.

2. Présentation du cas

2.1. Contexte du développement de la problématique de recherche

Dans les années 1980, le fonio était une céréale méconnue en dehors de ses zones de culture où il y était autoconsommé par les producteurs. La zone de production de cette céréale s'étend du Sénégal et de la Guinée, au Mali, Burkina Faso, Niger, en passant par le Nord de la Côte d'Ivoire, du Ghana, du Togo, du Bénin et jusqu'au Nigéria (Figure 1). Dans ces zones de production elle contribue souvent à la soudure alimentaire en arrivant avant les récoltes des autres cultures (Cruz et al., 2011).

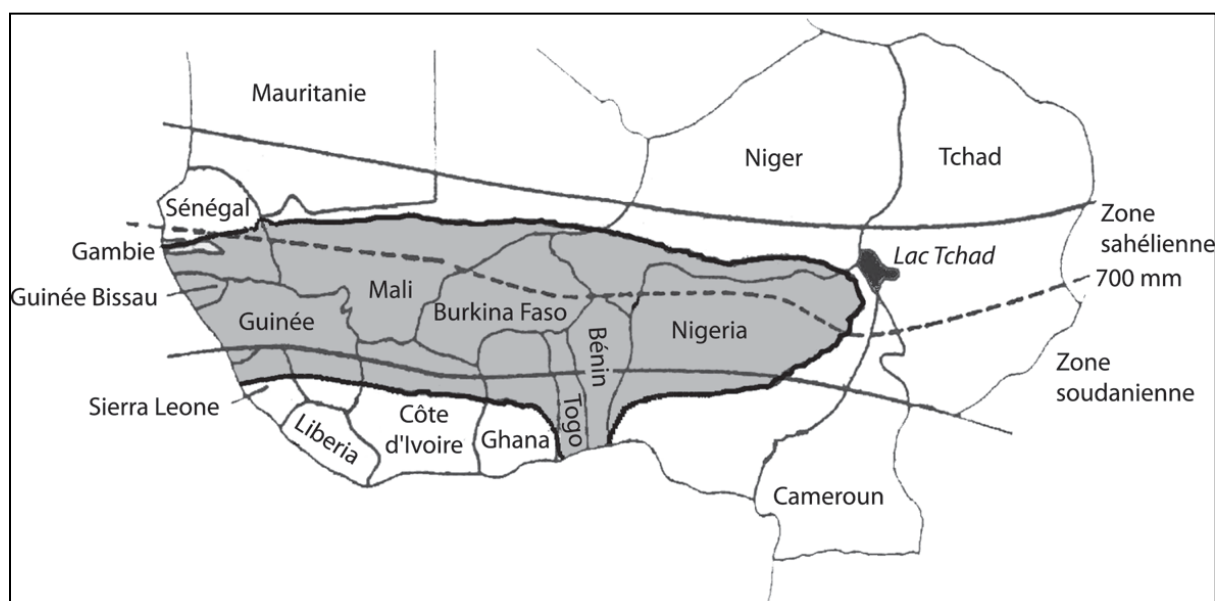


Figure 1 : Zones de production du fonio (Cruz et al., 2011).

Cette période est principalement marquée par des initiatives visant la promotion des céréales locales au Sahel et le renforcement des initiatives locales. Suite aux recommandations du colloque de Mindelo de 1986 qui portait sur les politiques céréalières dans les pays du Sahel et qui prônait "Transformer sahélien

pour consommer sahélien", le Comité permanents Inter-Etats de Lutte contre la Sécheresse dans le Sahel (CILSS) et le Club du Sahel décident de mettre en place le Programme Régional de Promotion des Céréales Locales au Sahel (PROCELOS) de 1994 à 2005. Comme l'évoque le Secrétaire Exécutif du CILSS dans une note stratégique qui rappelle les différents programmes d'appui aux marchés mise en œuvre par l'organisation : « *Le PROCELOS qui a couvert tous les 9 pays du CILSS avait pour but de contribuer à la promotion de la consommation de céréales locales dans les villes sahéliennes et de répondre aux besoins de substitution des produits alimentaires importés* ». La phase préparatoire de ce programme avait alors été confiée à l'ENDA (Relais Technologique) et au groupe Alternatives Techniques et Systèmes Alimentaires (ALTERSIAL) constitué de l'ENSIA, du CIRAD et du GRET.

C'est dans ce contexte, qu'émerge l'idée de projet pour développer la filière du fonio. Cette proposition trouve un soutien auprès de la FAO, notamment. Le CIRAD par l'intermédiaire de Francis Troude, chercheur du Cirad alors en poste à la FAO, s'investit dans le montage d'un projet.

Le problème principal du développement de la filière fonio se situait en grande partie dans l'existence d'opérations post-récolte et de transformation, nombreuses et pénibles. Une équipe de chercheurs du Cirad, de Guinée (IRAG), du Mali (IER) et du Burkina Faso (IRSAT) s'est constituée pour réaliser ce projet et tenter de lever ces différents goulots d'étranglement. Dans ce projet les chercheurs ont conduit des travaux sur la mécanisation des opérations de battage, de nettoyage, de décorticage-blanchiment et de lavage-dessablage du fonio.

Notre étude de cas conduite dans le cadre du chantier « innovation – impact » du Cirad se penche spécifiquement sur les recherches conduite sur la problématique du décorticage-blanchiment. Cette étape était considérée par les transformatrices comme le plus gros frein au développement de la filière fonio.

2.2. Contexte général du Mali et du Burkina Faso

Le Burkina Faso comme le Mali font partie des pays les plus pauvres de la planète, respectivement 181^e et 176^e au classement de l'IDH, sur 187 pays (ONU, 2013). Ces pays connaissent encore aujourd'hui des problèmes de faim fortement liés à la pauvreté, avec des périodes de soudure plus ou moins violentes. La céréale constitue la base de l'alimentation, et pour beaucoup, l'essentiel de l'énergie alimentaire consommée. C'est dans ce cadre que viennent se justifier pleinement les activités liées à la promotion du fonio en Afrique de l'Ouest. La promotion du fonio est lié à la pauvreté et à la sécurité alimentaire d'une part, par la création de valeur ajoutée dans la filière, permettant de répondre à la demande des classes moyennes émergentes en distribuant la valeur ainsi créée entre des transformatrices urbaines, les commerçants divers, et les familles rurales (producteurs de fonio, transformatrices rurales) mais aussi en constituant une céréale "de soudure" puisqu'elle s'adapte à un grand nombre de sol et peut se récolter avant d'autres types de céréales (cycle court).

Le fonio ne concerne pas de la même façon l'ensemble des territoires maliens et burkinabé. En fait, il existe des zones de production principales en dehors desquelles la culture du fonio est négligeable. La carte suivante, montre que les zones de production du fonio sont restreintes, surtout au Burkina Faso.

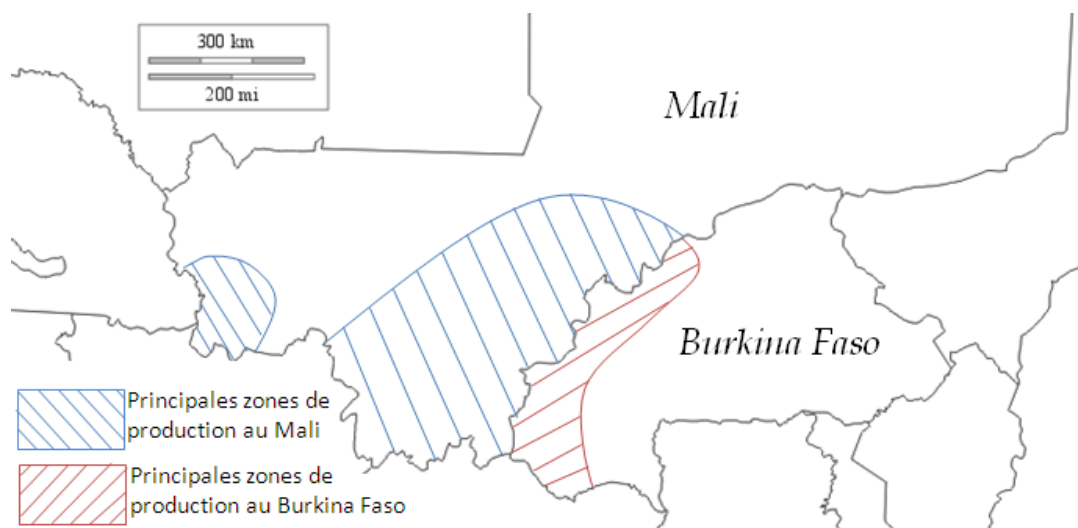


Figure 2 : Zones de production de fonio au Burkina Faso et au Mali (d'après Cruz, Beavogui, 2011)

Pour ce qui est de la production de chaque pays, le Mali a toujours eu un niveau de production supérieur au Burkina Faso, jusqu'à récemment (2013) où les niveaux de production sont devenus semblables. La baisse de production au Mali à partir de 2011 est probablement liée à la période de grande instabilité que traverse ce pays ; la situation politique au Mali s'étant dégradée à partir de cette période. Dans une période de risques grandissant, on observe le retrait d'un certain nombre de partenaires de développement accompagnant les agriculteurs et le développement rural.

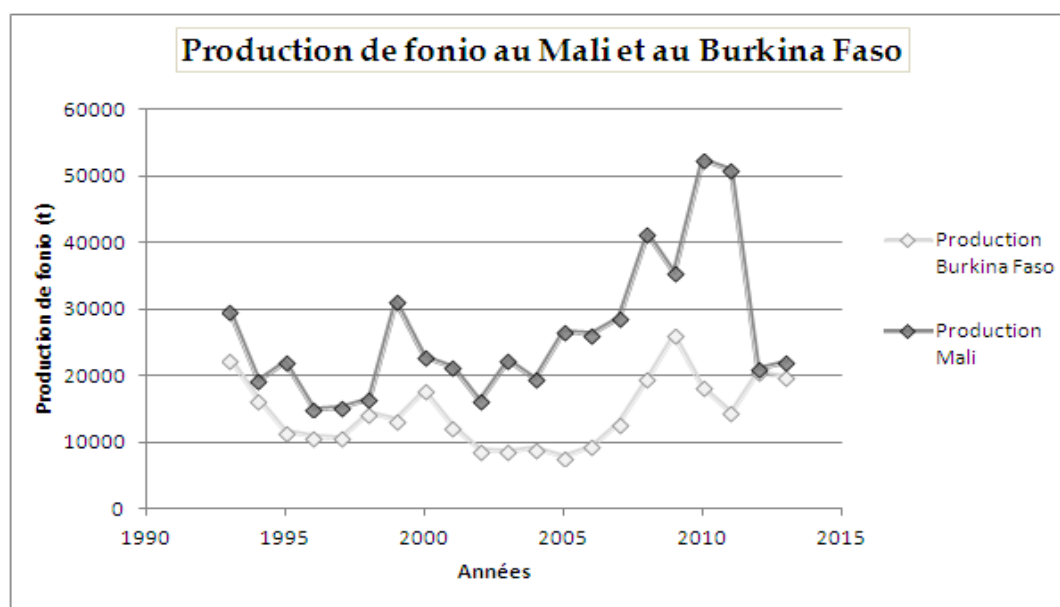


Figure 1 : Evolution de la production de fonio au Mali et au Burkina Faso entre 1993 et 2013 (Source : FAOSTat)

La production actuelle de fonio s'élève à environ 20.000t pour chaque pays, ce qui reste très inférieure aux autres productions céréalières. Notons toutefois, qu'aucune statistique n'existe sur les importations de fonio au Burkina Faso et au Mali. Ors, nous avons pu constater lors de nos enquêtes auprès des commerçants grossistes de Bamako que le Mali importe d'importantes quantités de fonio de Guinée. Ce pays qui a produit 429.000 t de fonio en 2013 est le principal producteur et

consommateur de fonio de toute l’Afrique. Comme nous avons pu également le vérifier lors de nos enquêtes, le Mali importe également du fonio en provenance notamment de la région de la Boucle du Mouhoun au Burkina Faso. Rappelons ici que le Mali compte 15,3 millions d’habitants et le Burkina Faso en compte 16,93 millions en 2013.

Tableau 1: Productions diminuée des exportations et importations de céréales au Mali et au Burkina pour l’année 2012 (source : FAOstat)

	(Productions - Exportations) Burkina	Importations Burkina (En tonnes)	(Productions - Exportations) Mali	Importations Mali
Riz	319 373	396 016	2 211 920	421 093
Mais	1 585 418	1 541 113	1 713 716	8 072
Sorgho	1 921 805	0	1 210 498	9 167
Mil	1 078 374	16	1 772 242	0
Fonio	20 659	N.C	21 039	N.C

Malgré la différence de structure de production entre les deux pays, il est visible dans le tableau 1 que le fonio, en volume de production notamment, reste une céréale « marginale ». Nous indiquons les productions diminuées des exportations et les importations afin d’approcher le volume global de céréale *a priori* consommé au sein de chaque pays.

La courbe des productions de fonio, révèle un doublement de la production entre l’année 2000 et 2010. C’est notamment le cas pour le Mali qui passe d’un peu plus de 20 000 tonnes à près de 40 000 tonnes. Par ailleurs, les statistiques d’importations et d’exportations n’étant pas disponible il est fort probable que la consommation réelle notamment au Mali soit très largement sous-estimée. Nous pouvons simplement constater que cette hausse de la production est contemporaine de l’introduction et de la diffusion du décortiqueur GMBF.

Par ailleurs, cette courbe révèle aussi un effondrement de la production de fonio au Mali dans les années 2011-2012. Cette rupture dans l’accroissement de la production malienne est probablement du à la conjonction de deux phénomènes ; d’une part une période climatique défavorable (pluviométrie) et d’autre part une période de trouble politique et le début d’un conflit armé dès le début de 2012 qui perdure.

2.3. Découpage du périmètre de l’étude de cas

L’innovation qui nous intéresse concerne un équipement de décortilage du fonio. L’histoire de cette innovation démarre au milieu des années 1990. Elle connaîtra sa phase de conception et de début de développement lors de la mise en œuvre du projet « *Amélioration des technologies post-récolte du fonio* », entre 1999 et 2003. Ce projet conçu par le CIRAD avec ses partenaires du sud : IRAG (Institut de Recherche Agronomique de Guinée), IER/LTA (Institut d’Economie Rurale/ Laboratoire de Technologie Alimentaire du Mali), et l’IRSAT (Institut de Recherche en Sciences Appliquées et Technologies du Burkina Faso) a été financé par le Common Fund for Commodities (CFC) et supervisé par la FAO.

Ce projet coordonné par le Cirad a contribué à la mise au point de l'équipement et à l'amorce de sa diffusion au Mali. Les principales caractéristiques du projet sont résumées dans le tableau qui suit (Tableau 2).

Tableau 2 : Principales données du projet « Amélioration des technologies post-récolte du fonio »

NOM	Technologies post-récolte du fonio
Objectif	Caractériser le fonio et mettre au point des équipements pour mécaniser les opérations post-récolte du fonio
Début/fin	Juin 1999 - Décembre 2003
Importance du projet	Projet CFC/IGG (FIGG/02), budget de 1 450 000 dollars, aide de 790 000 dollars
Contribution à l'innovation	L'innovation est issue du travail de conception effectué au sein de ce projet (mise au point, test, retours, calibrage ...)
Porteurs de projet	CIRAD (Coordination) , IER, IRAG, IRSAT
Autres acteurs (voir 3.4.)	Transformatrices de fonio, équipementiers

Le décortiqueur a été baptisé GMBF pour rappeler la coopération entre les instituts de recherche des quatre pays qui participaient au projet: Guinée, Mali, Burkina et France. C'est donc naturellement sur ces pays que porte l'étude de la diffusion et des effets de cette innovation. Du fait des délais de réalisation de l'étude notre choix s'est restreint à deux pays, le Burkina Faso et le Mali. Ce choix permet de comparer des processus et des effets différents. Par ailleurs, les collaborations entre le CIRAD, la recherche locale, les équipementiers et les entreprises de transformation du fonio se poursuivant aujourd'hui encore sur d'autres opérations post-récolte, les chercheurs ont quelques éléments d'appréciation sur l'état de la diffusion de l'équipement. Le Mali est un terrain incontournable dans la mesure où c'est principalement dans ce pays que le GMBF est fabriqué et que sa diffusion semble avoir été la plus importante. La Guinée n'a pu être retenue du fait notamment de l'épidémie de fièvre Ebola qui sévissait à l'époque de l'étude. Le Burkina Faso, dont l'équipe de recherche est spécialisée en machinisme agricole, a également été retenu.

Différents équipements ont été mis au point durant le projet. L'ensemble de ces innovations aurait pu être retenu pour l'étude dans la mesure où elles sont complémentaires dans la chaîne post-récolte de transformation du grain de fonio. C'est le cas notamment du crible rotatif qui permet de débarrasser le fonio d'une grande partie des impuretés (portions de tiges, cailloux, sables, poussières, etc.) avant son passage au décortiqueur. Les délais prévus pour l'étude, et la diffusion certaine du décortiqueur GMBF au Mali, ont finalement conforté le choix de centrer l'étude sur cette seule machine.

Au début de l'étude, les impacts proposés étaient très théoriques et volontairement très différenciés dans leurs natures. Une liste des potentiels impacts auxquels le décortiqueur pouvait contribuer a été réalisée. Aussi, la réflexion est partie du décortiqueur ; c'est-à-dire que nous avons cherché à réfléchir aux effets directs que pouvait logiquement provoquer l'introduction d'un équipement de ce type dans l'environnement. La littérature et les entretiens avec quelques chercheurs clés du CIRAD avaient permis de brosser le début du chemin de l'impact. A ce moment de l'étude, le chemin de l'impact

n'avait pas encore une cohérence interne et n'avait pas de liens de causalité bien établis. Il se présente sous la forme d'un tableau des input/output/outcome/impacts de 1^{er} et 2^e niveau, que l'on peut retrouver en annexe. Dans ce chemin de l'impact figurait déjà une catégorie « interventions de recherche », car elle semblait déjà fondamentale pour expliquer un certain nombre de processus, dans le domaine du renforcement de capacité ou pour l'influence sur les réseaux d'acteurs.

2.4. Résumé de l'adaptation du protocole impresS pour conduire l'étude

Le périmètre de l'étude concerne donc le Burkina Faso et le Mali. Toutefois, Matthieu Chtioui stagiaire ISTOM associé à la réalisation de cette étude, n'a pu se rendre au Mali pour des raisons de sécurité suite notamment aux attentats survenus en mars 2015 à Bamako. Cela a engendré une adaptation très importante du dispositif d'enquête. Au Burkina Faso, l'étude a pu être réalisée dans de bonnes conditions avec toutefois quelques particularités que nous évoquerons ci-après.

2.4.1. Au Burkina Faso

Dans ce pays, la phase exploratoire réalisée auprès des transformatrices a permis au stagiaire d'appréhender la nature et la complexité de l'activité des femmes. Elle a également permis de constater qu'aucune des transformatrices de Ouagadougou n'est à ce jour équipée d'un décortiqueur alors qu'elles sont supposées être les premières concernées par cet équipement. Toutefois, comme nous l'analyserons plus tard, bien que non équipées ces transformatrices sont indirectement connectées à l'innovation via d'autres opérateurs économiques de la filière.

Au Burkina Faso, jusqu'à ce que nous poussions plus loin nos investigations, une seule transformatrice (Etrafils) située Bobo Dioulasso était identifiée comme possédant un décortiqueur à fonio.

Un atelier participatif a ensuite été organisé dans la ville de Bobo-Dioulasso, en profitant du réseau de contacts d'Afrique Verte Burkina (APROSSA), ONG partenaire, qui travaille sur un projet de valorisation du fonio entre 2013 et 2015. La particularité première de cette configuration est la relation entre les participants et la recherche CIRAD. Nous le voyons bien dans le récit de l'innovation, l'IRSAT (département mécanisation) s'est éloigné du CIRAD et la grande majorité des acteurs aujourd'hui concernés par l'innovation ne sont plus liés directement à l'organisme de recherche français. Dans la région de Bobo-Dioulasso, où nous avons fait l'entretien participatif, les décortiqueurs de fonio présents le sont depuis moins d'un an, sauf celui d'Etrafils. Cette situation nous place clairement dans une évaluation *in-itinere* mais sans faire intervenir les proches partenaires de la recherche CIRAD, plutôt ceux du projet IRD-US dans lequel est intervenu Afrique Verte. Nous avons donc adapté l'atelier pour se pencher sur les impacts vérifiés du décortiqueur présent depuis 2002 chez Mme Traoré (Etrafils) mais aussi pour construire les possibles impacts dans le futur pour les différentes catégories d'acteurs.



Figure 2 : Zones étudiées au Burkina Faso

Quarante six entretiens individuels ont été réalisés. Ils portaient principalement sur la caractérisation de l'acteur, les processus d'intéressement à l'innovation ainsi que sur sa perception des changements réels et hypothétiques en lien directe ou non avec le décortiqueur de fonio. **Quatre focus group** ont été réalisés avec des producteurs de fonio lors des rencontres dans les villages. Cette forme d'entretien nous a permis de recueillir dans un temps relativement court des avis, opinions sur les principaux changements intervenus dans leurs zones. Les producteurs, hommes et femmes, sont habitués à cette forme d'entretien ce qui permet une expression plus libre.

L'atelier participatif a été organisé en trois grandes phases. La première a consisté à présenter aux invités les objectifs de la mission, l'histoire de l'innovation, l'organisation et l'utilité de l'atelier organisé, une deuxième a été centrale, dans laquelle nous avons fait travailler des groupes sur leurs ressentis de l'impact, réel ou possible, du décortiqueur de fonio. Dans une dernière phase, nous avons présenté les résultats du travail de groupe, devant tous les participants, pour discuter, valider ou amender les propositions. Nous avons l'appui de plusieurs animateurs Afrique Verte, donc plusieurs groupes ont pu être constitués. La segmentation s'est faite en fonction des rôles économiques des acteurs, pour assurer une certaine cohérence des réponses (la phase de restitution permettant la confrontation des résultats). Il y avait alors un groupe d'équipementiers, un groupe de transformatrices équipées du décortiqueur de fonio, un groupe de transformatrices/pileuses non équipées du décortiqueur et un groupe de producteurs. Certaines personnes ressources (recherche, institutions étatiques) ont pris place dans le groupe avec lequel ils pensaient apporter un éclairage.

Des entretiens individuels, semi-directifs, ou en focus group ont été conduits avec chaque type d'acteur. L'information principale recueillie au Burkina Faso concerne l'histoire de la relation des acteurs, ou des institutions qu'ils représentent, avec l'innovation. Certaines questions permettaient d'aborder la vision des acteurs sur la place que prend le décortiqueur de fonio dans l'organisation de la filière. Ils ont été de plus en plus fructueux à mesure que l'enquêteur avait du recul sur le système d'acteurs, les spécificités du décortiqueur ou du fonio.

2.4.2. Au Mali

Dans ce pays, contrairement au Burkina Faso, l'innovation se diffuse assez largement avec plus de 150 décortiqueurs déjà commercialisés par les deux équipementiers leaders. Certains de ces équipements sont également exportés vers la Burkina Faso et dans la sous région (Sénégal, Bénin...) et au-delà (Nigéria). Dès lors, la méthode ImpresS devait pouvoir s'appliquer pleinement. Toutefois, en raison des risques sécuritaires au moment de l'étude, l'équipe cas a renoncé à se rendre au Mali. Il a été décidé de contractualiser avec l'Association Malienne pour la Sécurité et la Souveraineté Alimentaires (AMASSA - Afrique Verte Mali) afin de lui confier la réalisation des ateliers et des enquêtes de terrain. Deux personnes de l'Association, Mme Coulibaly Adam Tall et Mme Boré Fanta Guindo ont été désignées par leur structure pour mener l'étude. L'équipe cas du Cirad a du travailler à distance, par voie téléphonique et par visioconférences, afin d'expliquer la démarche et la méthode.

Les conditions pour les acteurs maliens relèvent davantage d'une situation *ex-post* permettant d'organiser l'étude de façon classique par la mise en place d'un atelier participatif à Bamako, avec des invités provenant de la ville mais aussi des zones de production du fonio au Mali (Bougouni, San, Ségou, Koulikoro - la région de Kayes n'a pas été représentée). N'ayant pas la possibilité d'être imprégnés dans le contexte, nous avons décidé de calibrer la suite sur les résultats obtenus lors de l'atelier, c'est à dire en creusant seulement les changements qui y ont été évoqués.



Figure 3 : Zones étudiées au Mali

L'atelier participatif de Bamako a été réalisé selon le même phasage que celui du Burkina. Toutefois, suite au retour d'expérience de l'atelier de Bobo Dioulasso, il a été décidé d'écourter la

première partie consacrée à la présentation de la méthodologie et de consacrer davantage de temps aux discussions et travaux de groupes. Deux groupes de travail ont été constitué sur la base d'un découpage "acteurs urbains" et "acteurs ruraux", représentant des maillons différents de la de filière. Puis, les résultats de chaque groupe ont été discutés en séance plénière. Préparé avec l'appui de l'équipe cas, l'atelier était animé par deux membres d'Afrique Verte Mali. Afin de pouvoir suivre, enregistrer les conversations, il a été décidé d'organiser le travail avec deux groupes (un par animatrice) sur une segmentation. L'atelier de Bobo Dioulasso a été utile pour affiner la démarche et a permis à l'équipe cas de partager cette expérience avec les deux animatrices d'AMASSA. Des indications précises ont pu être données par l'équipe cas pour la conduite de l'atelier et pour la collecte des informations indispensables.

Tableau 3: Modèle proposé lors de l'atelier participatif de Bamako pour relever les descripteurs d'impact

Dimension	Changements	Classement	Technique de collecte
Économique	“descripteurs”	<u>Relatif</u> dans chaque aspect (1,2, ..., n)	Comment mesurer les changements avancés?
Social			
Environnemental			
Politique			
Nutritionnel/santé		<u>Absolu</u> pour tous les aspects (très important, important, peu important)	

Les premiers résultats obtenus concernent précisément les données de ce tableau. En raison de quelques confusions, le classement a été réalisé seulement de façon absolue. Un contact régulier par skype a permis de régler les questions les plus importantes.

Après l'atelier participatif, des questionnaires ont été rédigés et un échantillon a été constitué à partir des informations dont nous disposions (données du projet Aval Fonio principalement). L'échantillon a pu être enrichi par l'expérience d'Afrique Verte et les contacts repérés lors des entretiens avec les acteurs clés. Les questionnaires ont été rédigés pour chaque catégorie d'acteurs (transformatrices, équipementiers, ONG, producteurs, prestataires, commerçants) et organisés en quatre parties, la première pour caractériser les acteurs, la seconde pour approfondir le processus par lequel ils ont été liés à l'innovation, la troisième pour mesurer les indicateurs construits suite à l'atelier et une dernière pour relever les relations entre la personne enquêtée et les autres acteurs de la filière, opérateurs et organismes d'appui également.

Le travail à distance a posé certaines difficultés. En effet, la transmission de connaissances sur la méthode ImpresS n'a pu se faire que dans des contraintes de temps serrées et avec une communication difficile. Beaucoup de questions qui auraient permis d'affiner des points statistiques, ou de mieux comprendre la vision des acteurs ont du être mises de côté pour aller au plus important. Le travail à distance nous a contraint à adopté une méthode plus directive pour la collecte des informations.

Le tableau suivant résume les outils de la méthode ImpresS effectivement mis en œuvre lors de l'étude de cas.

Tableau 4 : Récapitulatif des outils de la méthode ImpresS utilisés lors de l'étude cas fonio

Outils proposés (ImpresS)	Outils utilisés	Observations
Atelier participatif	Atelier participatif	<p>Un atelier (<i>in-itinere</i>) a été organisé le 07 mai 2015 à Bobo Dioulasso (Burkina Faso) avec 29 participants et l'appui d'APROSSA - Afrique Verte Burkina .</p> <p>Deux ateliers participatifs (<i>ex-post</i>) ont été organisés à Bamako (Mali) avec les différents types d'acteurs de la filière fonio.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Le premier atelier s'est tenu en juillet 2015 - L'atelier final de validation s'est tenu en juin 2016 <p>Ces deux ateliers ont été coaché à distance par l'équipe cas et mise en œuvre par AMASSA – Afrique Verte partenaires d'Afrique Verte Mali.</p>
Entretiens	Entretiens	<ul style="list-style-type: none"> - 55 entretiens individuels ont été réalisés au Burkina. Il y eu des entretiens exploratoires au début de l'étude à Ouagadougou, où l'innovation n'est pas directement présente, puis des entretiens individuels dans les régions de Bobo-Dioulasso et de Nouna suite à l'atelier participatif. - 60 entretiens individuels ont été réalisés au Mali avec les différents acteurs de la filière ainsi qu'avec les institutions et structures d'appui.
Focus group	Focus group	<ul style="list-style-type: none"> - Pas de focus group au Mali - 4 focus group au Burkina <p>Ces quatre focus groupes ont été réalisés en milieu rural avec des producteurs et/ou des transformatrices ainsi qu'avec des groupes de pileuses. Les entretiens groupés ont été privilégiés en milieu rural pour recueillir plus d'information lors de nos passages. Les acteurs ont été contactés par des associations partenaires, travaillant à leur contact.</p>

Au Burkina Faso, il a été accompagné de 4 focus groups et 55 entretiens individuels. Au Mali, il n'y a pas eu de focus group mais 60 entretiens individuels ont été réalisés.

3. Récit de l'innovation

3.1. L'élaboration du récit

Le premier récit a été réalisé par le porteur de cas, qui n'a pas participé à la mise en œuvre du projet CFC. Construit sur une base documentaire et à partir de l'interview de Jean-François Cruz chercheur du Cirad et coordonnateur du projet CFC, ce récit reprenait les grands éléments de la mise au point de l'innovation sans entrer dans les détails. C'est à partir de ce récit qu'a été présenté un chronogramme lors de l'atelier participatif réalisé à Bobo-Dioulasso au Burkina Faso. Les acteurs n'y ont pas apporté de modifications majeures. En effet, ceux-ci n'étaient pour la plupart pas présents pendant la conception de l'innovation, et pour les autres, ils n'ont pas été fortement impliqués au point de revenir sur des détails de l'histoire de la conception.

Au Mali, l'atelier participatif a été animé par les partenaires maliens et le récit de l'innovation n'a pas été présenté. Le choix fut fait d'enrichir le récit par des entretiens individuels avec les quelques acteurs qui étaient réellement présents lors de la conception de l'équipement. Ces entretiens ont été conduits par visioconférence via internet.

Il est également important de préciser que ces mêmes transformatrices n'ont volontairement pas été invitées à participer à l'atelier afin de permettre à d'autres actrices de s'exprimer plus facilement et d'éviter les risques de domination de ces transformatrices sur l'ensemble des participants de l'atelier.

C'est fin Juillet 2015 qu'a été rédigé un récit plus détaillé, appuyé en très grande partie sur les documents projets et affiné avec les contributions de certains protagonistes ainsi que le recul permis par les 5 mois de travail réalisés par le stagiaire. Ce récit a été présenté à des acteurs centraux de la mise au point de l'innovation. En premier lieu il y a bien sûr les chercheurs du CIRAD fortement impliqués dans le projet (Francis Troude, Jean-François Cruz, Patrice Thaunay), d'autres chercheurs qui ont eu rôle dans la trajectoire de cette innovation (Nicolas Bricas), les partenaires de recherche maliens (Djibril Dramé, Fanta Guindo, Kola Tangara) et burkinabé (Gouyahali Son, Stéphane Zangré, Mathieu Kambou, Mme Charlotte Konkobo,). Il a été présenté dans la mesure du possible à certains partenaires-bénéficiaires (Mr Diop, Mr Touré, Mme Mariko, Mme Soumaré, Mme Dem, Mme Traoré). Ces acteurs sont présentés dans la partie 3.4.

3.2. Le récit de l'innovation

3.2.1. Le fonio avant le début du projet CFC en 1999

Le fonio est une céréale consommée depuis longtemps par certains peuples répartis principalement entre les actuels Guinée, Sénégal, Mali, Burkina Faso et Niger ; elle est même considérée comme le « germe du monde » par les Dogons (Cruz *et al.*, 2012). Or, à la fin du vingtième siècle, cette céréale est souvent considérée comme un produit de luxe, notamment à cause de son prix qui reste supérieur à celui d'autres céréales comme le mil, le sorgho, le riz ou le maïs. Bien que très ancienne, sa transformation toujours manuelle est longue et pénible.

Dans les années 1980, le fonio est une céréale méconnue et dans la plupart des régions productrices, il est en fort déclin par rapport aux autres cultures. C'est une céréale qui n'est pas prise en compte par les projets de développement et la recherche. Cruz et Béavogui dans leur ouvrage sur le fonio précise que les dernières études dataient des années 1950 où le célèbre agronome français Roland Portères avait réalisé une monographie de cette petite céréale qui était alors très mal considérée et qualifiée de « *lèpre qui ronge le sol africain* » (d'après Cruz et Béavogui, 2011).

En 1990, le CILSS (Comité permanent Inter-états de Lutte contre la Sécheresse dans le Sahel) organise, à Bamako, un séminaire sur la commercialisation des céréales. Les grandes filières concernées étaient le riz, le maïs, le mil et le sorgho. Lors de ce séminaire, une transformatrice de céréales malienne, Mme Fadima Mariko (UCODAL), profita de son temps de parole pour évoquer la problématique du fonio et appeler les institutions de développement et de recherches à s'intéresser au fonio sous peine de le voir disparaître. Travaillant pour des marchés à l'export, notamment sur des condiments destinés aux diasporas africaines d'Europe, elle percevait le potentiel de développement de cette céréale. Une session spécifique du séminaire fut donc accordée au fonio, afin de passer en revue les principaux problèmes de cette céréale.

En 1993, Mme Fadima Mariko du Mali et Mme Laurentine Zouré, du Burkina Faso viennent à Montpellier pour soumettre à 2 chercheurs du Cirad (Nicolas Bricas et Jean-François Cruz) les difficultés qu'elles rencontrent dans leur activité de transformatrices de fonio. Elles sont, à juste titre, persuadées que seule la mécanisation du décortilage-blanchiment permettra d'éviter le déclin de cette petite céréale traditionnelle. Parfaitement convaincus par les arguments des transformatrices et enthousiastes à l'idée de travailler sur une céréale méconnue, les chercheurs vont alors réaliser des premiers essais de décortilage mécanique du fonio sur un prototype de décortiqueur à mil et sorgho (DMS 500) mis au point par le Cirad. Les premiers résultats, assez peu concluants à l'époque, ont alors été présentés par le responsable du Cirad (Claude Marouzé) au séminaire Procelos de Bamako en 1994. Ce nouveau séminaire avait, en effet, programmé une session spécifique pour le fonio.

3.2.2. La construction du projet CFC

Pour pouvoir poursuivre les expérimentations, les chercheurs Cirad sont alors à la recherche de financements. Une opportunité se présente en 1995 quand, à la demande d'un de leurs collègues en poste à la FAO (Francis Troude), ils élaborent une première fiche projet visant à la mécanisation des opérations post-récolte du fonio et en particulier de l'opération de décortilage-blanchiment des grains qui constituait le principal goulet d'étranglement de la filière. A partir de cette première fiche, le Cirad (N. Bricas et J-F Cruz) et les services agricoles de la FAO (F. Troude), élaborent un avant projet qui est présenté à l'IGG (International Group on Grains) en juin 1995.

Soumis au CFC (Commun Fund for Commodities), l'organisme de financement accorde la rédaction d'un projet complet en Avril 1996. Le restant de l'année a été consacré au montage du projet en collaboration avec la Guinée (mission J-F Cruz), le Mali et le Burkina Faso (missions F. Troude). En 1997, le document de projet finalisé est accepté pour être financé par le CFC. Au cours de 1998, le Cirad est retenu comme agence d'exécution pour préparer et détailler les programmes de travail et signer les conventions avec les partenaires. Le projet final a débuté, après tous les détails techniques et administratifs réglés, en juin 1999 (Cruz, 2004).

Le projet qui a duré quatre ans et demi, entre juin 1999 et décembre 2003, était organisé autour des six objectifs suivants :

- Objectif 1 : Amélioration des techniques après-récoltes au niveau des producteurs
- Objectif 2 : Développement de techniques de transformation adaptées aux besoins des opérateurs
- Objectif 3 : Valorisation des produits transformés sur les marchés urbains ou à l'exportation
- Objectif 4 : Développement des connaissances sur les systèmes après-récolte du fonio dans les principaux pays producteurs
- Objectif 5 : Promotion de la fabrication locale
- Objectif 6 : Formation des opérateurs locaux

Cette histoire se focalise sur une innovation en particulier, déterminée pour l'étude d'impact et qui se trouve être un des résultats finaux du projet, et peut être le plus important, le décortiqueur de fonio « GMBF » – une innovation technique. C'est surtout dans l'objectif 2 que les activités ont concouru à la mise au point du décortiqueur, à travers la mécanisation du décortilage et l'équipement de petites unités de transformation que nous allons maintenant détailler.

3.2.2. Le déroulement du projet CFC

3.2.3.1. Démarrage du projet

Dès la réunion de démarrage du projet, en juillet 1999 à Bamako, une première liste d'équipements post-récolte existants susceptibles d'être utilisés sur fonio avait été élaborée (Troude et al., 1999). Elle a ensuite été détaillée à l'occasion d'un atelier « méthodes de conception d'équipements et protocoles d'essais » organisé à Ouagadougou en novembre 1999 (Cruz et al., 1999), afin que chaque organisme de recherche partenaire, l'IRAG en Guinée, l'IER au Mali et l'IRSAT au Burkina Faso, puisse réaliser des essais. Par ailleurs, les chercheurs du Cirad ont réalisé une étude bibliographique qui a permis de caractériser 11 principes élémentaires de décortilage et de dresser un inventaire d'équipements existants susceptibles d'être utilisés pour la transformation du fonio (Marouzé, 2000).

A l'instar du riz, le fonio est une céréale vêtue appelée « **fonio paddy** », et sa transformation nécessite la succession de 2 opérations (figure 4) :

- **le décortilage** qui permet d'éliminer les enveloppes extérieures ou « balles » pour obtenir le fonio décortiqué
- **le blanchiment** qui a pour objet d'éliminer les sons (péricarpe et germe) pour obtenir le fonio blanchi.

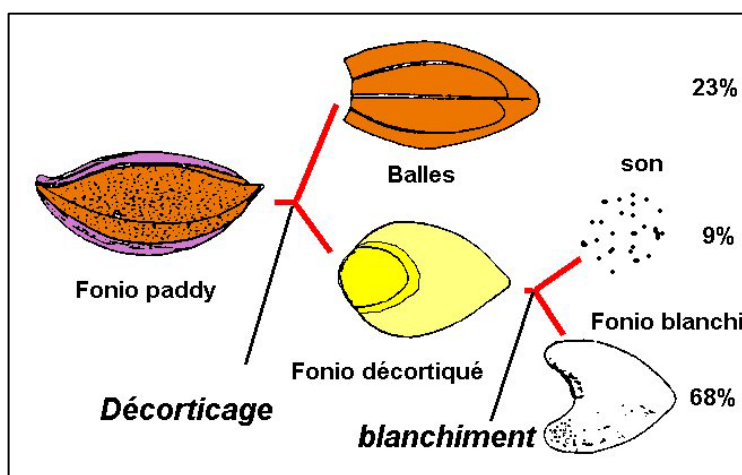


Figure 4 : Diagramme de transformation du fonio (Cruz, 2011)

La première phase du projet, de 1999 à 2001, a donc consisté à tester différents équipements existants pour en connaître les caractéristiques et les performances techniques.

Au Mali, six machines ont été testées. Cinq d'entre elles fonctionnent sur un principe de décortilage par abrasion avec une série de meules (Annexe) et sont habituellement utilisées pour décortiquer le mil, le sorgho ou le maïs (Nuhull, RIIC et mini-PRL). Trois des équipements ont été testés dans des villages de la région de Koutiala, et deux à Bamako (à l'IER et chez un transformateur privé,

M. Diallo). La sixième machine, le décortiqueur « Sanoussi » fonctionne différemment puisqu'il met en œuvre le principe de la friction. (Annexe 2). Cette machine a été testée dans l'entreprise de Mme Mariko (UCODAL) à Bamako, qui avait acquis cette machine directement auprès du constructeur. Les tests ont été réalisés en présence et avec la collaboration de l'inventeur sénégalais, M. Sanoussi Diakité. Les résultats des différents essais réalisés en région ou à Bamako ont été consignés dans un rapport spécifique (Cruz et al, 2000).

En Guinée, quatre décortiqueurs, tous de type Engelberg ont été testés par l'IRAG (Annexe 3). Il s'agit du décortiqueur « Galama » (Groupement des Artisans de Labé pour la Mécanisation Agricole), du décortiqueur « Lino » (du nom de son concepteur/utilisateur M. Mamadou Lino Diallo), du décortiqueur « Comfar (Coopérative des Ouvriers Métallurgistes de Faranah) et du décortiqueur CCIEC (Centre Chinois d'Investissement et d'Exploitation Commerciale). Ces équipements utilisés habituellement pour le décortiquage du riz ont été modifiés par leurs constructeurs en remplaçant, par une tôle pleine, la grille de la partie inférieure de la chambre de décortiquage et qui sert normalement à l'évacuation des sons.

Au Burkina Faso, un seul décortiqueur a été identifié, inventé par Mr Sanogo à Bobo-Dioulasso. C'est un modèle dérivé du blanchisseur à cône utilisé pour blanchir le riz (Annexe 4). Le décortiqueur a été testé à l'IRSAT, à Ouagadougou. Ce décortiqueur avait déjà connu des difficultés dans sa mise en place en milieu réel.

Dès le début du projet, les chercheurs ont élaboré, en collaboration avec les utilisatrices potentielles, un « cahier des charges fonctionnel » pour fixer certains paramètres à respecter, par exemple un débit de décortiquage-blanchiment entre 60 et 80 kg/h, 1 à 3% de grains non décortiqués après décortiquage, rendement total entre 60 et 65%, etc (Cruz et al., 2004)

Les équipements testés au Mali semblaient relativement intéressants pour le blanchiment du fonio, mais assez peu pour le décortiquage (figure 4). Les équipements guinéens paraissaient prometteurs, en particulier celui qui a été appelé « Lino ». Le décortiqueur burkinabé a pour sa part été abandonné tant ses performances n'étaient pas probantes (Cruz et al., 2001) .

Les nombreux essais des matériels existants dans les différents pays ont permis de conclure que le principe de la friction était celui qui permettait le mieux d'assurer le décortiquage des grains de fonio paddy alors que l'abrasion pouvait éventuellement être utilisée pour le blanchiment des grains. L'équipement le plus prometteur est apparu être le décortiqueur de type « engelberg ».

Au cours de l'année 2001, des essais réalisés au Cirad de Montpellier sur un petit décortiqueur à riz de marque « Votex » ont ainsi conduit à la conception d'un module de décortiquage, spécifique au fonio, basé sur le principe Engelberg. Les premiers essais de ce module expérimental ont montré qu'il était performant car il répondait parfaitement au cahier des charges prévu avec un débit de décortiquage blanchiment voisin de 80 kg/h, un rendement de décortiquage-blanchiment variant de 60 à 69% et un taux de paddy résiduel inférieur à 1,6 %.

3.2.3.2. Les premiers prototypes fonctionnels

Ce premier prototype de décortiqueur à fonio a été appelé décortiqueur GMF 01: « Guinée-Mali-France » modèle n°1 car le Burkina ne souhaitait pas s'associer. En effet l'IRSAT voulait poursuivre seul la mise au point d'un décortiqueur avec rotor en bois même si, lors de la réunion annuelle d'octobre 2001 à Bobo Dioulasso au Burkina, le représentant de la FAO, superviseur du projet, avait considéré qu'en

pays sahélien, il n'était pas très judicieux de choisir le bois comme matériau de construction pour les machines (Troude et Cruz, 2001).

La fabrication du GMF 01, à partir des plans réalisés et fournis par le Cirad, a été directement confiée à la Société IMAF de Bamako à l'automne 2001. M. Simpara, directeur de l'entreprise IMAF (Industries MALI Flexibles) était un proche voisin du responsable national du projet au Mali, M. Djibril Dramé de l'IER. Ce dernier lui a ainsi conseillé de rencontrer le coordonnateur régional du projet, Jean-François Cruz, chercheur Cirad en poste à Bamako, pour voir dans quelle mesure son entreprise pouvait collaborer au projet CFC. Après étude, par le Cirad, des capacités techniques de l'entreprise, elle a ainsi été sélectionnée pour être le principal équipementier partenaire du projet au Mali.

Au début de l'année 2002, les tests du prototype GMF 01, ont d'abord été effectués au laboratoire de technologie alimentaire de l'IER. Puis des essais de démonstration ont été réalisés auprès de différentes petites entreprises de transformation du fonio à Bamako (Ucodal, Sahélienne de l'alimentation, « Dames du fleuve », entreprise de Mme Coulibaly, entreprise de Mme Modia Sangaré...). Les différentes transformatrices concernées ont toutes été très satisfaites du travail réalisé par le prototype : « *Excellent travail, mieux qu'en manuel, facilite le lavage et permet de valoriser les sons ...* ». (Dramé et Cruz, 2002). En avril 2002, le prototype GMF 01 a été expédié en Guinée pour être testé, dans une entreprise de prestation de service (M. Abdoulaye Diallo) près du marché de Labé au Fouta Djallon. Plus de 17 tonnes de fonio ont été transformées lors de ces essais en conditions réelles de fonctionnement.

Les résultats observés lors des essais du décortiqueur GMF 01 ont conduit à la conception d'une version améliorée, équipée d'un canal de vannage et baptisée GMF 02. A partir des plans fournis par le Cirad, une pré-série de 3 décortiqueurs GMF 02 a été fabriquée par IMAF pour être distribuée auprès de chacun des pays partenaires en vue d'essais au stade pilote en milieu réel.



Figure 6 : Essai du GMF 01 en Guinée (© Marouzé, Cirad)



Figure 7 : Fabrication du GMF 02 par IMAF (© Dramé, IER)

Au Mali, de l'automne 2002 au printemps 2003, le décortiqueur GMF02, équipé d'un moteur électrique de 5,5 kW, a ainsi été testé au stade pilote dans 2 entreprises de Bamako : « la Sahélienne de l'Alimentation » et Ucodal où il a permis de transformer plus de 25 tonnes de fonio. Au Burkina Faso, le GMF 02 a été installé chez une transformatrice de Bobo Dioulasso (Mme Korotoumou Traoré-ETRAFILS) et en Guinée chez M. Abdoulaye Diallo, le même prestataire de services de Labé (Cruz et al. 2003).

3.2.3.3. Le GMF 02, transformé en GMBF

Le décortiqueur GMF 02 a également été couplé à un moteur thermique afin de réaliser des démonstrations et des essais en milieu rural au Mali et en Guinée. Pour la réalisation de la présérie de 3 décortiqueurs, de nombreux appuis du Cirad et de l'IER ont été apportés notamment par la fourniture de nouvelles liasses de plans élaborées par le Cirad et un appui technique direct en atelier a également été apporté pour la réalisation concrète des équipements.



Figure 8 : Essais du décortiqueur à fonio au Mali (© Dramé, IER)

Au Mali, une variante du GMF 02 équipée d'un moteur thermique de 8,8 kW et d'une « coquille tôle » pouvant jouer le rôle de pièce d'usure, a été utilisée pour des démonstrations sur le terrain dans les régions de Mopti puis dans la région de Koutiala et à Bénéna et Dougouba dans une zone frontalière du Burkina Faso (**Figure 8**).

Lors d'une réunion de coordination du projet qui s'est déroulée à Bamako en novembre 2002, le Directeur de l'IRSAT (M. A. Wereme) qui représentait officiellement le coordinateur du projet au Burkina Faso (M. G. Son) qui ne s'était pas déplacé, a annoncé que l'IRSAT renonçait à poursuivre des recherches sur la mise au point de son propre décortiqueur. Le chercheur (M. S. Zangré) qui l'accompagnait a précisé que l'équipe machinisme de l'IRSAT consacrerait désormais ses activités dans ce domaine au suivi du décortiqueur GMF 02 mis à l'essai chez Mme Traoré à Bobo Dioulasso. Le nouveau ¹coordonnateur général du projet (M. J-F Cruz) a alors suggéré que le décortiqueur GMF (Guinée Mali France) soit finalement qualifié de GMBF (Guinée Mali Burkina France) puisque tous les

¹ Le premier coordonnateur général du projet (F. Troude) est parti à la retraite en octobre 2002.

partenaires du projet participaient dorénavant à sa mise au point (Cruz et Dramé, 2002). Cette proposition a été acceptée et c'est ainsi qu'a ensuite été nommé le décortiqueur à fonio.

Pour aider à la réalisation de plans de machines (décortiqueur GMBF et autres équipements fonio) le projet CFC Fonio a fourni à l'IRSAT un logiciel «proengineer» de CAO (Conception Assistée par Ordinateur) et plusieurs sessions de formation ont été organisées par le Cirad (C. Marouzé et P. Thaunay) afin d'initier et de perfectionner les agents du département mécanisation de l'IRSAT à l'utilisation de ce logiciel.

Les différentes expériences réalisées en milieu réel au stade pilote des décortiqueurs anciennement « GMF 02 », nouvellement « GMBF », ont permis d'améliorer certains paramètres de fonctionnement, de choisir des matériaux ou d'optimiser l'utilisation de certaines pièces tout en restant dans les exigences du cahier des charges. Les plans définitifs élaborés par le Cirad ont été publiés par le projet CFC Fonio aux éditions l'Harmattan de Paris (Marouzé *et al.*, 2005) et constituent un *output* (que l'on nommera décortiqueur « GMBF » que ce soit les plans ou l'équipement) de la recherche, un des principaux résultats du projet financé par le CFC (les plans sous forme papier comme les informations qui y sont contenues permettant de fabriquer un décortiqueur de fonio²). C'est aussi l'innovation que nous considérons dans l'étude d'impact.

A la fin du projet en 2004, les chercheurs ont conclu que le principal objectif du projet CFC Fonio avait été atteint puisqu'ils avaient réussi à mécaniser l'opération de décorticage blanchiment du fonio. Le décortiqueur GMBF mis au point au cours des 5 années de projet est un équipement performant dont les résultats, en termes de débit (en moyenne de 90 kg/h à 150 kg/h), de rendement (> 65 %) et de qualité des produits transformés ont été jugés très satisfaisants par les opérateurs locaux et notamment par les femmes (Cruz, 2004). Après avoir utilisé ou vu fonctionner la machine, beaucoup de transformatrices ne veulent plus revenir à la transformation manuelle («*Nous avons jeté le pilon, nous ne voulons plus jamais reprendre le pilon*»). Sur le plan culinaire, les analyses de la qualité du fonio décortiqué et blanchi avec le décortiqueur GMBF ont donné des résultats particulièrement convenables: ses caractéristiques sont souvent meilleures que celles du fonio blanchi traditionnellement, le grain est bien dégermé, il gonfle bien et sa consistance est moelleuse.

3.2.3. L'après projet CFC

A l'issue du projet, certaines actions conduites par les équipes de recherche ont permis d'accompagner la diffusion de l'équipement. L'intervention de la recherche s'est prolongée largement après la fin du projet.

C'est ainsi qu'un exemplaire de GMBF a été installée dans les locaux du Laboratoire de Technologie Alimentaire LTA/IER, à Bamako, pour être utilisée en prestation de services à la demande de diverses transformatrices de fonio. L'IER a également organisé des formations à l'utilisation du GMBF et destinées aux transformatrices. Un autre décortiqueur « GMBF à dessous amovible » et moteur électrique, testé chez une transformatrice de Bamako (Mme Soumaré) a aussi été réinstallé au LTA où il a également fonctionné en prestation de service et pour des formations pendant plusieurs années.

² Les plans sont l'outil qui permet d'accéder à la technologie mise au point, de façon directe (l'équipementier suit les plans) ou indirecte (l'équipementier reproduit une machine qui a été faite selon les plans, ou qui a été reproduite elle-même...).

En 2004, un décortiqueur GMBF avec canal de vannage a été commandé à IMAF par le Cirad (J-F Cruz) et laissé à la disposition du constructeur pour servir de modèle d'exposition. En 2008, cet exemplaire a été récupéré pour être mis à la disposition du LTA afin qu'il puisse être présenté aux nombreux visiteurs du Centre de Recherche IER de Sotuba à Bamako. Ce matériel a fini par être utilisé en prestation de service et a servi à la formation de très nombreuses transformatrices bamakoises. L'IER/LTA a également été partenaire des nouveaux projets fonio.

Cette activité de « vulgarisation » conduite par la recherche au Mali, a largement contribué à faire connaître le décortiqueur au Mali en permettant aux transformatrices de se familiariser avec l'équipement et en les rassurant sur ces performances.



Figure 8 : Exposition du décortiqueur GMBF au FRSIT de Ouagadougou en juin 2004 (© Cruz, Cirad)

Les chercheurs ont également conduit des actions de promotion afin de faire connaître l'équipement aux opérateurs économiques et au grand public. Le décortiqueur GMBF a ainsi été présenté à l'occasion de salons et foires au Mali comme au Burkina Faso (Figure 8).

La recherche a poursuivi ses travaux sur le fonio à travers deux projets coordonnés par Jean-François Cruz du Cirad, le projet « **Amélioration de la qualité et de la compétitivité de la filière fonio en Afrique de l'Ouest** »³ (2006-2008) financé par l'Union Européenne puis le projet « **Amélioration de l'après récolte et valorisation du fonio en Afrique (Aval Fonio)** »⁴ (2012-2015) financé par l'Union Africaine toujours en cours d'exécution. Ces projets ont porté plus généralement sur la caractérisation des variétés de fonio, des caractéristiques alimentaires du produit, des marchés existants ou potentiels, des processus d'innovation, etc. Concernant la mécanisation, les activités ont porté et portent encore sur la mécanisation d'autres opérations post-récolte : battage, nettoyage, mais surtout lavage, dessablage et séchage du fonio blanchi (ou complet) qui sont des opérations fondamentales du processus de transformation.

³ <http://inco-fonio.cirad.fr/>

⁴ <http://aval-fonio.cirad.fr/>

Ces nouveaux travaux de recherche notamment en matière de mécanisation des opérations post-récolte du fonio ont permis de poursuivre les collaborations avec les équipementiers et les transformatrices. Ils ont contribué à maintenir les interactions et renforcer les liens entre ces acteurs et les chercheurs.

En 2003, après le décès du responsable d'IMAF, une partie du personnel quitte l'entreprise pour créer l'entreprise SIPS (Société Industrielle des Prestations de Service) avec à sa tête l'ancien directeur technique d'IMAF, Mr Diop. Cet équipementier a été appuyé par la recherche et commercialise également le décortiqueur GMBF. Aujourd'hui ces deux entreprises localisées à Bamako, sont les principaux fabricants du décortiqueur GMBF au Mali et en Afrique. Un nouvel équipementier est apparu à San, dans la région de Ségou, depuis 2006 dans l'objectif de fournir la zone (traditionnellement productrice de fonio) en décortiqueurs. L'entreprise IMAF a vendu près de 150 décortiqueurs principalement dans son pays mais aussi à l'export dans toute la sous-région (Bénin, Burkina, Niger, Nigéria, Sénégal...). Ses ventes ont surtout augmenté depuis ces cinq dernières années, le temps que le décortiqueur soit connu des potentiels clients. L'entreprise SIPS a vendu 19 décortiqueurs GMBF

En Guinée et au Burkina Faso, l'IRAG et l'IRSAT n'ont jamais su impliquer le secteur privé. Dans la région de Labé, en Guinée, le Galama (Groupement des Artisans de Labé pour la Mécanisation Agricole) a construit plusieurs dizaines de machines pour équiper différents villages du Fouta Djallon mais les nombreuses difficultés rencontrées par les artisans (manque de matière première, manque de machines-outils, coupure d'électricité, pénuries de moteurs...) n'ont pas permis la production régulière de décortiqueurs GMBF.

Pour des raisons liées aux risques sanitaires existant en Guinée durant la période de l'étude, seuls le Mali et le Burkina Faso ont été pris en compte dans le périmètre de l'étude d'impact.

Au Burkina Faso, le Département mécanisation de l'IRSAT a adopté une stratégie différente, en cherchant à valoriser seul les résultats du projet. Le responsable du département mécanisation de l'IRSAT envisageait de produire et commercialiser les décortiqueurs GMBF pour approvisionner le marché comme le ferait une entreprise privée; interdisant même certains équipementiers locaux comme Karim Guira de tenter de reproduire le prototype utilisé dans l'entreprise Etrafils de Bobo Dioulasso. Cette stratégie était totalement contraire à l'esprit même du projet qui voulait une large participation des artisans locaux afin de les associer à la conception de l'équipement mais également d'assurer une diffusion la plus large possible. La démarche mise en œuvre au Burkina s'est d'ailleurs avérée totalement improductive car aujourd'hui encore, plus de 10 ans après la fin du projet, l'offre en décortiqueur de production Burkinabè est quasi inexistante.

Ce n'est qu'en 2008-2009 que l'institut de recherche, pour répondre à une commande du Bénin, infléchit quelque peu sa démarche et associe un premier équipementier, M. Pogogné, à la fabrication d'un décortiqueur. Toutefois, le Département mécanisation de l'IRSAT établit avec cet équipementier une relation de sous-traitance plus que de partenariat. Puis, en 2010, cette pratique est réitérée afin de fournir un décortiqueur au projet « plateformes multifonctionnelles », projet de l'Etat Burkinabé. En 2013, pour le projet « plateformes d'innovation multi-acteurs » du gouvernement de la recherche scientifique et des innovations, le département mécanisation de l'IRSAT lève l'interdiction de reproduction pour Karim Guira et passe commande d'un exemplaire. Grâce à cette levée d'interdiction, l'équipementier pourra fabriquer des décortiqueurs pour un projet de l'ONG Planet Finance, pour l'ONG OCADES Bobo et pour l'IRSAT à nouveau.

Ce n'est qu'en 2014 avec l'arrivée du projet piloté par l'ONG IRD (International Relief and Development), et financé par l'USDA (United States Department of Agriculture), que l'IRSAT s'engage,

selon les préconisations de l'Ong, dans une collaboration avec les équipementiers locaux. Ce projet confie à l'organisme de recherche le soin d'assurer la formation technique et le suivi de cinq équipementiers du Burkina Faso. Cinq machines, baptisées décortiqueurs IRSAT, sont fabriquées par les artisans. Il s'agit de clones du décortiqueur GMBF.

La dynamique a pris de l'essor au Mali, plus d'une centaine de décortiqueurs a pu être vendue par les entreprises IMAF et SIPS, dont quelques uns au Burkina Faso. En revanche, au Burkina, le passage de l'innovation, à la sphère privée ne s'est fait que très récemment (2013-2014).

3.3. Le chronogramme

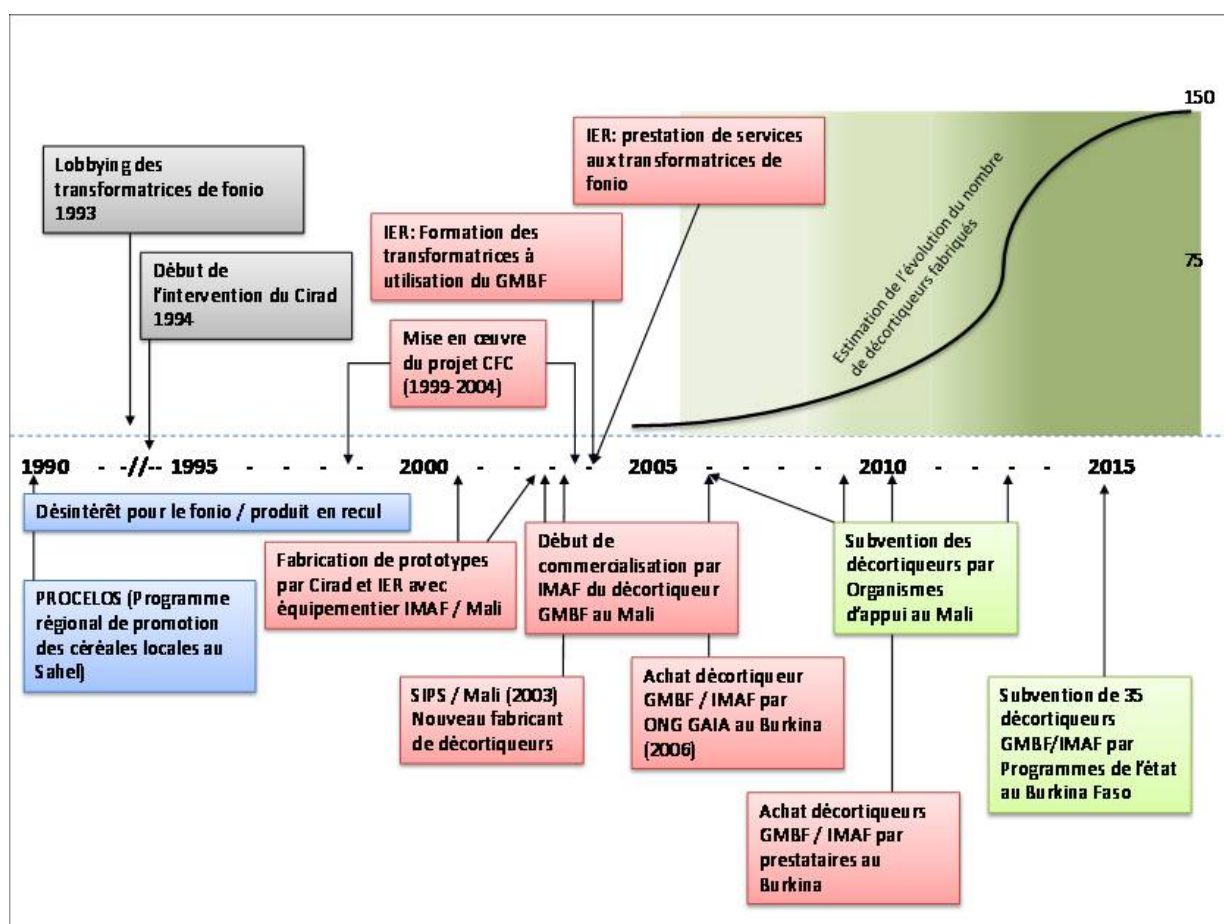


Figure 9 : Le chronogramme de l'innovation

Ce chronogramme reprend les principaux événements et acteurs qui ont marqué la trajectoire de cette innovation. Au sortir du projet, quelques transformatrices achètent le GMBF qui a été testée chez elle, mais les nouveaux clients, n'appartenant pas au premier cercle, n'achètent leur décortiqueur que plusieurs années plus tard. Quelques machines sont vendues, mais c'est surtout à partir de 2009 que les ventes augmentent rapidement. Selon le responsable d'IMAF, la production de décortiqueurs à destination du marché malien aurait ralenti ces dernières années. C'est en grande partie du fait du conflit armé qui a enrayé voire stoppé les activités de nombreuses Ong et bailleurs de fonds en matière de développement rural au Mali.

3.4. La cartographie des acteurs

Au Burkina comme au Mali, la cartographie des acteurs a été réalisée en très grande partie avec l'appui de l'ONG Afrique Verte. Celle-ci est donc nécessairement influencée par leurs connaissances du milieu et des réseaux d'acteurs avec lesquels ils travaillent. L'ONG collabore, notamment en milieu urbain, avec un grand nombre d'acteurs de la filière fonio et qui, à travers leurs activités, ont pu côtoyer une grande diversité d'acteurs. Par maillage, de proche en proche, nous avons pu identifier de nouveaux protagonistes et élargir l'échantillon interrogé.

3.4.1. Les catégories d'acteurs

En premier lieu le tableau 5 suivant permet de caractériser les catégories d'acteurs qui ont été mobilisées pour répartir non seulement les individus et/ou les organisations mais aussi pour la rédaction de questionnaires, l'échantillonnage et l'articulation des maillons du système.

Tableau 5 : Caractérisation des différents types d'acteurs

Recherche	Les organismes de recherche impliqués dans la mise au point du décortiqueur GMBF ont des rôles qui diffèrent. L'équipe de chercheurs du CIRAD impliquée dans ce projet travaille principalement sur les thématiques de la mécanisation des opérations post-récolte des grains et graines, sur les méthodes de conception d'équipements et sur l'optimisation des procédés de transformation des produits tropicaux. Elle a une grande expérience de la conduite de projet de recherche-développement en partenariat avec la recherche au Sud et avec les acteurs. L'IER mène des recherches autour des technologies agroalimentaires et des contraintes économiques liées au monde rural. L'IRAG L'IRSAT/DM (département mécanisation) est un organisme de recherche spécialisé dans le machinisme agricole.
Transformatrices urbaines	Elles sont à la tête d'unités artisanales la plupart du temps, et parfois d'unités semi-industrielles. Leur cœur de métier est de transformer les céréales (mil, maïs, sorgho, riz) dont le fonio. Dans le cas du fonio il s'agit pour ces petites unités qui achètent principalement du fonio décortiqué (fonio complet) de le blanchir, ou de le faire blanchir via les prestataires de services, de le laver, de le dessabler, parfois de le précuire ou de le préparer avec d'autres condiments, puis de le sécher et enfin de le conditionner pour la vente. Leur unité est le plus souvent implantée en ville, là où se situe leur marché. Avec l'accroissement du marché, certaines d'entre elles sont devenues de véritables PME et parviennent à exporter le fonio vers l'Europe ou les USA. Les entreprises qui sont équipées de décortiqueurs proposent parfois de la prestation de service aux autres transformatrices.
Equipementiers	Ce sont des artisans à la tête d'entreprises, avec quelques employés, qui

	sont en capacité soit de réparer des machines ou d'autres fabrications, soit de fabriquer - voire pour certains de concevoir - des équipements. Généralement
Producteurs	<p>Les producteurs de fonio sont principalement situés dans les régions de Kayes, Ségou, Sikasso au Mali et de la Boucle du Mouhoun au Burkina Faso.</p> <p>De rares groupements ont été équipés de décortiqueurs par des Ong. Plus fréquemment les producteurs ont accès aux décortiqueurs via des prestataires de services, souvent des commerçants de céréales, qui sont implantés dans les gros villages.</p>
Transformatrices rurales	<p>La catégorie « transformatrices rurales » recouvrent plusieurs formes d'organisation, de « métier » dans la réalité. Ce peut être une femme qui pile le fonio qu'elle a récolté ou que son mari a récolté, à titre individuel (à des fins d'autoconsommation en majorité, mais aussi pour la revente si elle a un marché) ou ce peut être un regroupement de pileuses individuelles, formalisé ou non.</p> <p>L'utilisation d'un décortiqueur GMBF par un groupement de femmes permet potentiellement de dégager des revenus et assurément d'épargner la contrainte du pilage manuel à celles qui y ont accès..</p>
Activités de Première transformation via des Prestataires de services ou en production	<p>Cette activité de première transformation peut-être pratiquée principalement selon deux modalités qui la plupart du temps existent dans la même entreprise :</p> <ul style="list-style-type: none"> - soit en production avec achat de la matière première (fonio paddy), décortilage et revente du « fonio complet » (appelé fonio pré-décortiqué au Mali) ; - soit en prestation de service et dans ce cas l'opérateur équipé de décortiqueur. <p>La plupart du temps ce sont des commerçants de céréales qui ont la capacité d'investir dans l'achat de décortiqueurs.</p>
Commerçants	Principalement concentrés sur certains marchés de Bamako et de Ouagadougou, ces acteurs commercialisent différents produits céréaliers dont le fonio. Ils font la liaison entre le marché urbain et les zones de production nationales ou régionales. Ils ont la possibilité de passer par un prestataire pour transformer le fonio qu'ils commercialisent.
Organismes d'appui	<p>Les organismes d'appui sont des structures qui accompagnent les acteurs de la filière. Ils ne sont pas directement opérateur économique de la filière, même s'ils peuvent y jouer un rôle économique important. Ils mènent généralement des projets dans lesquels des activités sont programmées.</p> <p>Dans notre étude de cas sont considérés tout particulièrement les ONG et les projets de l'Etat qui ont été conduits à installer la technologie GMBF ou à financer son acquisition, voire à former des fabricants.</p>

3.4.2. Les acteurs du processus d'innovation

Le récit de l'innovation présente la presque totalité des acteurs du processus. Au moment de la conception de l'innovation, un cercle restreint de transformatrices maliennes, (les entreprises UCODAL, Danaya Céréales, Mme Modia Sangaré, La Sahélienne de l'alimentation...) ont collaboré dès le début du processus et ont été régulièrement consultées. Leur contribution, en tant que futures utilisatrices permettait de valider les choix techniques et de rendre le cahier des charges conforme aux besoins des entreprises.

Au Mali, l'équipementier IMAF est un acteur majeur du réseau sociotechnique. Il a collaboré avec les chercheurs dès le début du projet, a été formé et a participé à l'élaboration des différents prototypes et jusqu'à la production de la version commercialisable du décortiqueur GMBF. En plus des travaux en atelier, la conception de l'équipement comprenait des tests réalisés dans les différents pays impliqués, avec des acteurs économiques partenaires. Ces travaux étaient ensuite restitués et discutés lors de réunions régulières organisées par la coordination du projet. Des missions régulières de chercheurs du CIRAD ont été organisées afin de participer aux activités de terrain aux côtés des chercheurs de chaque pays partenaire et des opérateurs locaux, et parfois pour réaliser des sessions de formations. La démarche de conception de l'équipement, mise en œuvre par le projet, reposait sur une forte collaboration entre équipes de recherche du Nord et du Sud, équipementiers et un groupe restreint de transformatrices de Bamako.

Au Burkina Faso, sous l'impulsion du responsable de son département mécanisation, l'IRSAT a fait le choix d'une démarche divergente. L'institut de recherche burkinabé opta pour l'étude d'un autre principe de décorticage. Par ailleurs, l'IRSAT n'a pas souhaité impliquer les équipementiers locaux et les transformatrices à sa démarche de conception. En désaccord avec le reste de l'équipe projet, ce choix personnel du responsable IRSAT a induit une trajectoire distincte presque entièrement presque entièrement déconnectée du processus et de la démarche de conception développée au Mali par les autres partenaires (Cirad, IER et IRAG). Le seul lien avec la démarche développée au Mali concerne le suivi par l'IRSAT d'un prototype de GMBF réalisé au Mali et placé à titre expérimental auprès de l'entreprise ETRAFILS à Bobo Dioulasso.

La voie envisagée par l'IRSAT s'est avérée sans issue puisqu'à la fin du projet aucun équipement n'était disponible. Au Burkina, les travaux de recherche sur le décortiqueur s'interrompirent durant une longue période. Ce n'est que bien plus tard en 2013, avec l'intervention au Burkina de l'Ong américaine IRD (International Relief and Development) qu'il a été demandé à l'IRSAT d'initier la fabrication au Burkina Faso du décortiqueur GMBF avec pour mission d'accompagner et de former des équipementiers locaux.

Au Mali, l'intensité des relations entre chercheurs et équipementier fut d'autant plus forte que le coordonnateur régional Cirad du projet était basé à Bamako. De plus, les relations personnelles préexistantes entre le responsable des chercheurs de l'IER et le patron de l'entreprise IMAF ont largement contribué à construire une relation de confiance. Les échanges directs, en face à face, ont été fréquents et ont permis de nombreuses occasions de transmission d'informations. Cette relation de confiance est primordiale. La thèse de Medah I. (2006), montre combien la construction de cette confiance notamment pour le cas qui nous occupe, entre chercheurs et artisans est nécessaire à la mise en œuvre d'une réelle collaboration.

Ce travail de conception a également été très fortement lié à l'implication de trois importantes transformatrices. Ces femmes, sont considérées par leurs paires et par les autorités maliennes comme les leaders de cette filière fonio. Elles incarnent la figure emblématique de l'entrepreneuriat du secteur agroalimentaire dans leur pays mais également dans la sous région. Leur collaboration fut importante à travers les tests des prototypes dans leurs entreprises, les retours qu'elles ont pu apporter sur la machine) et à un équipementier (avec qui les chercheurs maliens et français ont beaucoup collaboré). L'adoption de cette innovation par ces actrices pivots fut très certainement un gage de fiabilité, de crédibilité pour la machine et l'équipementier local.

Un exemplaire du décortiqueur GMBF fut utilisé en prestation de services au sein même de la station de recherche de l'IER à Sotuba (Bamako). Cette phase d'utilisation en routine a permis aux techniciens et chercheurs de l'IER de maîtriser plus encore l'utilisation du décortiqueur, de mieux cerner les aspects liés à la durée de vie des pièces d'usure et à la maintenance de l'équipement. Ce fut également l'opportunité pour les entreprises de Bamako non équipé d'avoir accès au décortiqueur en prestation ou lors des formations organisées par le LTA/IER. Cette étape correspond à un moment clé de l'histoire de l'innovation qui a permis de valider la fiabilité de l'équipement auprès de nombreuses futures utilisatrices. Cette séquence a très certainement contribué à asseoir la crédibilité de l'équipementier et des chercheurs auprès des transformatrices. A travers cette séquence, nous montrons que l'intervention de la recherche locale s'est prolongée au-delà de la durée de vie du projet.

Celles-ci ne tarissent pas d'éloges à propos des chercheurs de cette période qui ont participé à la conception du décortiqueur. Aujourd'hui encore ces transformatrices demeurent des alliés importants dans le réseau sociotechnique qui s'est constitué autour de cet équipement. Elles restent attentives aux propositions de la recherche et plus facilement mobilisables.

Ce n'est que plus tardivement que les organismes de développement sont intervenus, jouant un rôle très important dans la promotion et la diffusion du décortiqueur GMBF. Au Mali, dans les années 2006-2007, des ONG, comme Intervida dans la Région de Ségou ou l'association Le Damier-Mali dans la Région de Kayes ou encore certains programmes de développement subventionnent ou favorisent l'installation des décortiqueurs GMBF chez des transformatrices urbaines et rurales. Seules quelques transformatrices, principalement de Bamako, acquièrent le décortiqueur sur fonds propres. Certains commerçants s'équipent également et proposent leurs services en prestation ; l'IER cesse ses prestations. Au Burkina Faso, il aura fallu attendre les années 2013-2014 pour que des projets et programmes de développement commencent à accompagner la diffusion du décortiqueur GMBF. Au début de l'année 2015, alors qu'aucun équipementier du Burkina ne fabrique le décortiqueur, un programme de l'Etat (le PSCE - Programme Spécial de Création d'Emplois) décide de financer l'installation de 35 équipements en 2015 fabriqués au Mali par IMAF. Dans un même contexte l'ONG IRD-US décide d'intervenir à travers la formation de 5 équipementiers locaux. Cette formation sera confiée à l'IRSAT. A une dizaine d'années de décalage, une telle démarche impulsée par l'ONG américaine replace l'organisme de recherche dans une trajectoire similaire à celle développée au Mali.

A partir des documents fournis par les principaux équipementiers Maliens de Bamako, à savoir les entreprises IMAF, SIPS et Baba Coulibaly, il a été possible d'identifier la presque totalité des acquéreurs du décortiqueur. En annexe, nous pouvons retrouver les listes fournies par ces partenaires.

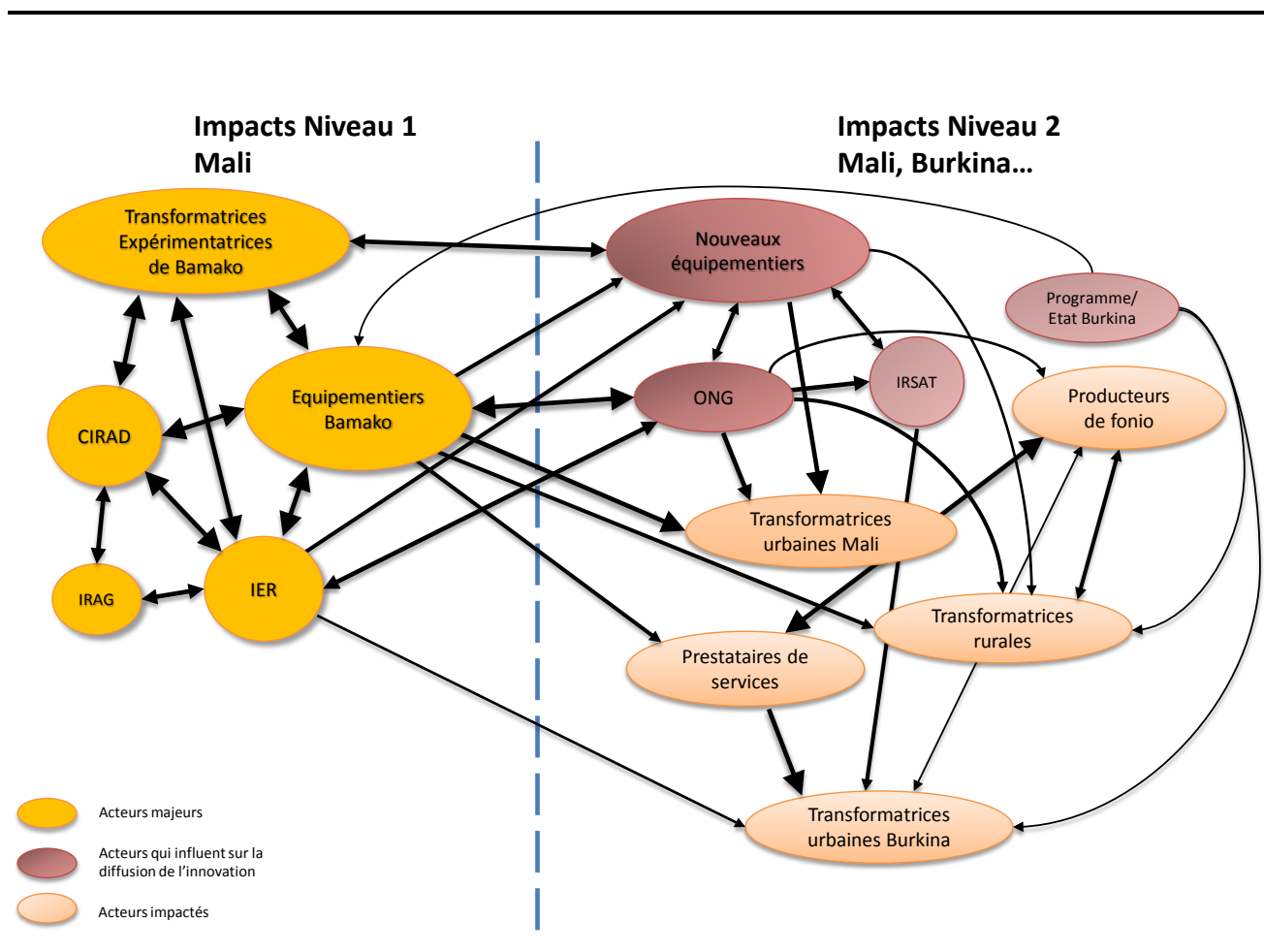


Figure 10 : La cartographie des acteurs de l'innovation

4. Chemin de l'impact

4.1. La construction du chemin de l'impact

L'hypothèse initiale de chemin d'impact qui a été présentée dans la partie 2.3. a été formulée lors de la phase pré-terrain et a servi à structurer les premières pistes de réflexion à explorer avec les acteurs. La première version n'a pas été présentée aux interlocuteurs puisqu'il a été jugé trop difficile de faire

comprendre la logique générale du chemin. Un souci beaucoup plus pratique a guidé ce choix au Burkina Faso, puisqu'aucun acteur n'était vraiment impliqué totalement dans l'ensemble des mécanismes du chemin de l'impact.

Au tout début de l'étude, les inputs et outputs avaient été relativement stabilisés. La lecture des documents de projet, même sans recul permettait d'établir sans trop de difficultés les éléments de ces catégories une fois l'innovation délimitée. L'innovation constitue l'output en tant qu'objet technique et comme modèle d'action sur le monde (l'idée même de la combinaison entre un principe, un objectif et des idées de modifications). Les inputs pouvant conduire à cet output sont difficiles à attribuer. Dans la mesure où c'est un projet qui a principalement permis l'innovation (donc les outputs), nous pouvons obtenir les ressources mobilisées, mais comme en comptabilité analytique, il est difficile de déterminer la part de ces ressources qui a effectivement servi à la mise au point du décortiqueur fonio. Elles ont donc juste été qualifiées.

Les outcomes étaient assez évident, aussi le choix fut fait de les considérer comme des actions relatives à l'innovation, sur un registre binaire (utilise ou pas, fabrique ou pas, achète ou pas ...). En l'occurrence, nous avons fait figurer les actions concernant les quelques acteurs du premier cercle qui se sont tous appropriés l'innovation. Il y a eu des désintéressements de certains partenaires, avant la conception (notamment équipementiers), mais les acteurs qui ont "reçu" ou été intéressés à l'innovation en premier lieu ont tous accepté et adopté l'innovation.

En revanche, sur la construction des impacts, de "niveau 1" comme de "niveau 2", nous sommes restés au début très théoriques. Ce n'est qu'à la fin de l'enquête de terrain au Burkina Faso qu'un travail approfondi a été fait afin de retenir les mécanismes causaux et les impacts qui étaient systématiquement relevés, hypothétiquement ou non, par les acteurs consultés. Les données collectées au Mali nous permettent, en cohérence avec le processus en cours au Burkina Faso, de valider un unique chemin d'impact. Nous considérons que les principaux impacts observés au Burkina sont essentiellement du au changement d'échelle dans le processus malien de diffusion du décortiqueur.

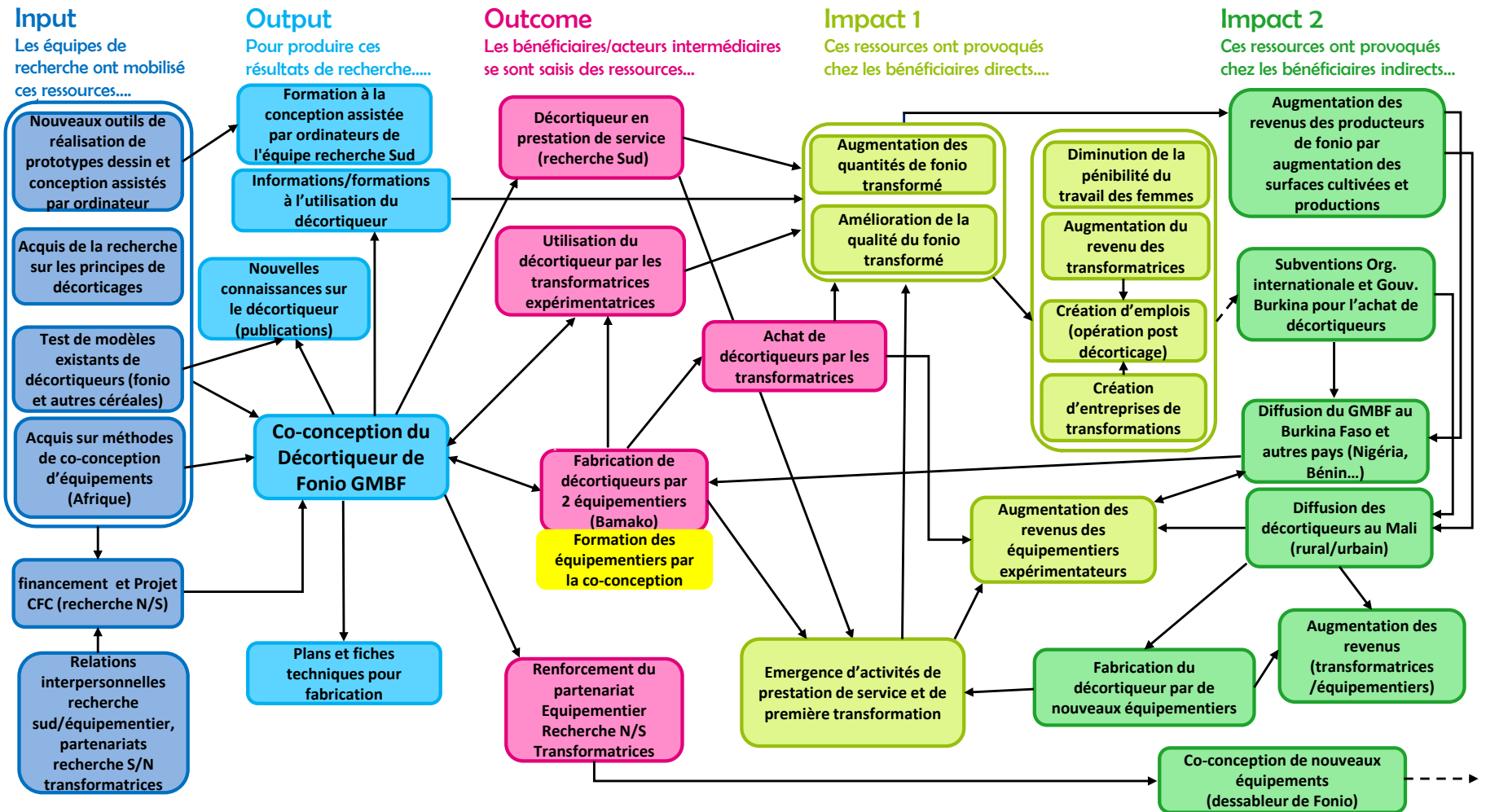
Les informations que nous ont apportées les interlocuteurs interrogés ont souvent porté sur des mécanismes causaux directement liés au décortiqueur, parfois même très techniques et il n'a pas toujours été évident de formuler des impacts généraux.

Le cas qui nous occupe est particulier en ce sens que nous sommes confrontés pour une même innovation à deux situations différentes bien que connectées. Les enquêtes confirment une pénétration très récente des équipements au Burkina Faso alors qu'au Mali, une diffusion conséquente a eu lieu.

Cette particularité nous place à la fois dans une étude de cas dite « *in-itinere* », au Burkina Faso, c'est-à-dire où l'innovation est en train de se faire. Dans le cas du Mali nous nous situons dans une étude de cas *ex-post*, où l'innovation et sa diffusion s'est déjà produite. Toutefois il est important de noter que la situation *in-itinere* décrite au Burkina intervient dix ans après l'achèvement du projet à l'origine de l'innovation. Au Burkina, où la construction d'une innovation locale est encore balbutiante et hésitante, nous observons toutefois des impacts qui sont liés au changement d'échelle dans la trajectoire de l'innovation malienne. Les acteurs pionniers à avoir adopté l'innovation au Burkina, de nature diverse, permettent toutefois d'identifier ce qui pourrait devenir de futurs impacts mais ils ne permettent pas de les quantifier. Ce sont des hypothèses d'impacts, comme ceux envisagés par nos interlocuteurs non équipés lors de l'atelier participatif ou des entretiens individuels.

La validation du chemin final de l'impact a uniquement été réalisée au sein de l'équipe cas : stagiaire, porteurs, co-porteurs, référent et équipe méthodologie. En revanche, les changements qui ont été énoncés lors des ateliers participatifs et qui ont permis de représenter les mécanismes de passage des outcomes (relativement stables, assurés par une communication directe entre le CIRAD et le petit nombre d'acteurs concernés) aux impacts ont été soumis à la validation du groupe. De cette façon, certaines hypothèses formulées par des acteurs ont pu être contestées par d'autres. Les mécanismes d'impacts figurant dans le schéma sont donc ceux qui ont été validés à la présentation publique lors de l'atelier participatif.

Figure 10 : Chemin de l'impact du décortiqueur de fonio



Il existe une façon générale de lire le chemin de l'impact si on le met en parallèle avec le rapport entre innovation et acteurs. Cette lecture rattachée aux acteurs est d'ailleurs légitime puisque les outcomes, impacts de niveau 1 et 2 sont déterminés par et pour eux. La mise au point de l'innovation se retrouve dans l'articulation des inputs pour mener aux outputs et dans le début des effets "outcome", permettant eux même de régler certains points du décortiqueur GMBF. Dans le cas de cette innovation, les acteurs de "niveau 1", qui sont ceux concernés par les impacts de « niveau 1 » (les premiers acteurs liés au processus d'innovation, liés directement à la recherche) sont peu nombreux dans notre cas. Ils se limitent à 4 transformatrices urbaines dont 3 au Mali et 1 au Burkina Faso ainsi que l'équipementier situé à Bamako. Nous considérons que ces acteurs ont collaboré dès le démarrage du projet et mobilisés tout au long du processus. Pour certaines transformatrices, comme nous l'avons déjà évoqués, leur intervention est même antérieure au projet. Le changement d'échelle a été très fortement accompagné par les organismes d'appui comme les ONG, qui ont financé en partie ou totalement des décortiqueurs pour des transformatrices rurales ou urbaines.

Le tableau 6 ci-dessous vise à simplifier le chemin de l'impact. En italique, sont figurées les rétroactions qui ont été observées.

Tableau 6 : Synthèse simplifiée du chemin de l'impact

Input-Output	Outcomes	Impacts "niveau 1"	Impacts "niveau 2"
Travail de recherche	Appropriation du décortiqueur par les acteurs de "niveau 1" (4 transformatrices urbaines et 1 équipementier) <i>Les premières appropriations ont permis de calibrer l'output</i>	Effets après plusieurs années d'utilisation Transformatrices -> Qualité, Quantité, Prestation (Revenus) IMAF -> Revenus <i>Les effets positifs ont incité certaines transformatrices à obtenir des nouveaux décortiqueurs.</i>	Par différents mécanismes, de nouveaux acteurs s'intéressent au décortiqueur, en très grande majorité des ONG. Les impacts sont similaires à ceux de "niveau 1", mais l'élargissement des acteurs concernés en fait apparaître de nouveaux (emplois, revenu producteurs, surfaces cultivées, conditions de vie) <i>Le travail des ONG a dans certains cas influencé les acteurs de "niveau 1" (en finançant le décortiqueur par exemple)</i>

4.2. Les inputs de la recherche

L'identification des moyens ou inputs a principalement été réalisé à partir de la consultation des documents de projet. Ils détaillent assez clairement les modalités d'intervention de la recherche. Une bonne partie de cette histoire appartient au récit de l'innovation. La quantification financière de ces inputs n'a pu être réalisée car il est difficile d'attribuer la part des dépenses spécifiquement affectées à la mise au point du décortiqueur GMBF, ou même aux renforcements de capacités qui y sont liés. Le coût global du projet s'élève à environ 1 450 000 dollars, dont 950 000 dollars de subvention, pour financer la totalité des activités de recherche sur les différentes thématiques dans les quatre pays partenaires.

Tableau 7 : Caractérisation des inputs

--	--	--

INPUTS	Nature précise des moyens (input)	En quoi l'input a été utile à la recherche
Connaissances amont (avant démarrage étude de cas)	<ul style="list-style-type: none"> - Connaissances sur la transformation des céréales / Mais peu de connaissances sur le fonio - Connaissances sur les principes de décortilage - En méthode de conception d'équipements / Orienté utilisateur 	Concevoir un équipement agroalimentaire avec la participation d'un équipementier local et de transformatrices : le décortiqueur GMBF
Technologies mises au point en amont	<ul style="list-style-type: none"> - Différents équipements de transformation des produits agricoles - Différents décortiqueurs mis au point par la recherche : décortiqueur Mil/Sorgho (DMS500), optimisation décortiqueur à riz, décortiqueur à néré 	Bases pour "inventer" un nouvel équipement
Activités de recherche (CIRAD)	<ul style="list-style-type: none"> - Diagnostic entreprises de transformation - Elaboration cahier des charges fonctionnel - Réalisation de maquettes, prototypes et essais - Réalisation de prototypes avec équipementiers et tests en entreprises (Missions Guinée, Mali, Burkina) - Animation scientifique (atelier annuel de concertation) 	Rassembler les résultats afin de s'accorder sur un principe final de décortilage
Ressources humaines	<p>Cirad (France)</p> <ul style="list-style-type: none"> -1 coordonnateur général -1 coordonnateur régional - 3 agro-mécaniciens 1 technologue - 1 socio-économiste <p>IER (Mali)</p> <ul style="list-style-type: none"> 1 coordonnateur national 2 technologues 1 machiniste 1 socio-économiste <p>IRAG (Guinée)</p> <ul style="list-style-type: none"> 1 coordonnateur national 3 agro-mécaniciens 1 socio-économiste <p>IRSAT</p> <ul style="list-style-type: none"> 1 coordonnateur national 2 agro-mécaniciens 1 technologue 1 socio-économiste <p>-</p> <ul style="list-style-type: none"> -Contribution entreprise IMAF 1 Directeur Technique 1 chef Atelier 2 à 3 ouvriers 	Mise au point technique du décortiqueur grâce à la recherche pluridisciplinaire, fabrication des prototypes

Ressources matérielles	Halle technologique (Matériel) Atelier métal-mécanique Laboratoires d'analyses Matériaux	Mettre au point et tester les différents prototypes
-------------------------------	---	---

Les inputs ont été mobilisés pour répondre aux six objectifs présentés dans la partie 3.2. et ne peuvent donc être difficilement attribuables au seul décortiqueur, output particulier du projet financé par le CFC. Il est toutefois possible de dire que le décortiqueur constituait lors du projet un objectif central tant cette opération de traitement post-récolte posait des problèmes et était évoquée comme problématique par les acteurs concernés.

4.3. Passage des outputs aux outcomes

4.3.1. Précisions introductives

Les outputs sont constitués de l'innovation elle-même, en tant qu'objet, de concept et aussi de dessins (plans de la machine). C'est bien le décortiqueur même, avec ses particularités techniques, qui est destiné à être fabriqué, commercialisé, utilisé et approprié afin de produire des effets.

D'après ce qu'on peut trouver dans la littérature concernant les chemins d'impact et autres modèles logiques, la définition d'un outcome s'appuie sur la définition d'une catégorie d'acteurs "proches" de la recherche (ou de l'intervention, au sens large, réalisée pour provoquer des changements) puisque ce sont les premiers bénéficiaires des fruits de l'intervention étudiée. Le passage aux outcomes n'a pas été évident avec le décortiqueur GMBF puisque après des recherches documentaires et des entretiens auprès d'acteurs clés, il s'est avéré qu'il n'y avait pas explicitement d'acteurs proches de la recherche en dehors des chercheurs partenaires (qui sont considérés dans la recherche même), un équipementier (IMAF) et quelques transformatrices. Au Burkina Faso, la communication entre l'IRSAT et le CIRAD a été possible lors des missions d'appui, des sessions de formation, des ateliers spécifiques et des réunions périodiques. Les enquêtes terrain nous ont appris que l'IRSAT n'avait pas particulièrement communiqué avec des partenaires économiques, jusqu'à très récemment. Au Burkina, il y a une seule transformatrice de Bobo Dioulasso qui a finalement pu profiter de l'output, au moment du projet. Au Mali, elles étaient trois à avoir été impliquées, mais surtout, un équipementier avait été contacté pour travailler sur l'équipement. Notre premier cercle est alors très réduit, nous avons cinq organisations, dont quatre au Mali.

C'est donc des outcomes de fonctionnement que nous avons, à savoir que les acteurs de ce premier cercle ont effectivement « adopté » l'innovation puisque l'équipementier avait la capacité de fabriquer le décortiqueur GMBF, d'assurer son suivi, et les transformatrices utilisaient le décortiqueur GMBF pour leur activité. Dès le sortir du projet, l'équipement avait permis de provoquer quelques effets sur la capacité de décortiquage des transformatrices récemment équipées, la qualité assurée et les prémisses de la prestation de service.

Qu'est ce qui explique que les acteurs du premier niveau ait "adopté" l'innovation ? En fait, la situation est légèrement différente entre le Burkina Faso et le Mali.

4.3.2. La production d'outcome au Burkina Faso

Au Burkina Faso, seule une transformatrice a été dotée de l'équipement, elle ne l'a jamais acheté et il est resté à ses yeux comme à ceux de tout le monde, "propriété de l'IRSAT" alors qu'il a été fourni par le projet CFC. Dans son cas, avec une interdiction faite aux artisans de reproduire la machine, elle est demeurée seule détentrice de cet équipement entre 2002 et 2013-2014 dans sa zone (Bobo-Dioulasso). Avec cette situation de monopole, elle a beaucoup profité de la demande en décortiquage pour proposer le décortiqueur en prestation de service pour les particuliers mais surtout pour les autres transformatrices. Son mari et ses fils ont pu s'occuper de la machine et apprendre à la maîtriser afin l'entretenir et de la faire fonctionner, avec un appui du projet CFC au travers de l'IRSAT sur les premières années d'utilisation (les visites étaient fréquentes puisqu'elles rentraient encore dans le cadre du projet entre 2002 et 2004). De plus, comme transformatrice de fonio connue et reconnue, elle a pu augmenter sa production de fonio en s'affranchissant de la tâche de trouver des pileuses pour blanchir les quantités croissantes de fonio qu'elle lave et précuit, voire transforme. Elle propose aujourd'hui près de 17 produits à base de fonio. La demande en fonio croissante ou non satisfaite a permis ces augmentations.

Un outcome particulier au Burkina Faso provient de la démarche adoptée par le partenaire de recherche Burkinabé. Ce dernier s'est approprié le résultat commun du décortiqueur GMBF afin de promouvoir au niveau national la production d'un clone du GMBF rebaptisé « décortiqueur IRSAT », qui fonctionne sur les mêmes principes que le GMBF avec de mineures modifications. Grâce à cette appropriation, l'institut de recherche a pu vendre un équipement sous son label, et diffuser l'idée selon laquelle il est l'« inventeur » du décortiqueur fonio au Burkina.

4.3.3. La production d'outcome au Mali

Au Mali, trois transformatrices ont été intégrées au processus de conception. Elles ont toutes souhaité acheter l'équipement une fois le projet terminé. Pour les mêmes raisons que la transformatrice burkinabé, l'équipement leur a permis d'augmenter leurs quantités, mais de façon beaucoup plus rapide. Il faut savoir que la consommation de fonio à Bamako est très importante. En revanche, elles n'ont pas particulièrement profité de la prestation de service; la stratégie a été différente mais l'intérêt porté a été bien réel. D'ailleurs, toutes ces transformatrices ont racheté l'équipement par la suite. Les informations concernant la mesure des effets dont il est fait mention rapidement ici se retrouvent dans la partie 6.1., pour les transformatrices maliennes et la transformatrice burkinabé.

L'équipementier formé par les chercheurs du CIRAD et de l'IER a été en capacité de répondre à des commandes de décortiqueurs GMBF au terme du projet. La vente de décortiqueurs GMBF a permis à l'entreprise de se diversifier et de tirer des revenus sur certains marchés possibles grâce à la disponibilité de la technologie.

4.4. Passage des outcomes aux impacts (1 et 2)

Passer des outcomes aux impacts de "premier niveau", est essentiellement une question de temps, de l'enchaînement des décisions prises par les acteurs du premier cercle dans leur environnement. En l'occurrence, les transformatrices et les équipementiers qui ont été impliqués dès la conception de l'innovation assurent toujours aujourd'hui le même rôle économique. La seule particularité est que le directeur technique d'IMAF (équipementier) à l'époque du projet CFC a quitté l'entreprise pour fonder sa propre entreprise, SIPS, qui fabrique aussi le décortiqueur de fonio, depuis 2003.

Les transformatrices qui ont testé, puis ont acquis le décortiqueur GMBF ont ainsi pu progressivement accroître leur production, en ayant la possibilité de blanchir de grandes quantités de

fonio facilement et efficacement. Avec le décortiqueur GMBF, elles ont eu accès à une productivité bien plus importante et une bonne qualité assurée du grain, ce qui a permis de satisfaire les clients. Des boucles quantité-qualité ont provoqué dans une certaine mesure une hausse de la demande tout en répondant à une demande auparavant non satisfaite. Les mécanismes d'augmentation des quantités produites, de la qualité du fonio et des possibilités de prestations ont été vérifiées dans les deux pays, menant à une augmentation de revenus pour les transformatrices de niveau 1 permettant par là même, entre le niveau 1 et 2, la possibilité de créer des emplois dans leurs unités de transformation (meunier, laveuses, poste de conditionnement...)

Les équipementiers, IMAF et SIPS, ont pour leur part aussi bénéficié d'un accompagnement, de formations non formelles réalisées par les chercheurs du CIRAD, C. Marouzé, P. Thaunay et J.-F. Cruz) et de l'IER. Au fur et à mesure du temps, le marché s'est élargi, en bonne partie grâce à une demande provenant des ONG pour installer l'équipement dans différentes régions du Mali mais également à l'extérieur.

Au Burkina Faso, en dehors de l'entreprise Etrafils qui a reçu du projet CFC un prototype dénommé "GMF 02", qui est un ascendant du décortiqueur "GMBF", a vu se développer une entreprise de première transformation à Bomborokuy et deux unités de prestation à Djibasso. Ces deux villes sont situées dans la région de la Kossi frontalière du Mali. Contrairement au Mali, au Burkina aucun équipementier n'a été associé à la démarche de conception, puis aucun n'a été accompagné et formé à la fabrication de cet équipement. Les plans du décortiqueur GMBF et les modalités de leur mise en œuvre ont fait l'objet de la publication d'un guide pratique (Ref.). Bien que disponible au sein de l'IRSAT, ces plans n'ont pas été diffusés auprès des équipementiers. Seul l'un d'entre eux qui a été sollicité pour produire quelques pièces de l'équipement mais il n'a pas eu accès aux plans d'ensemble et n'a bénéficié d'aucune formation à la fabrication complète du décortiqueur.

Dans le cas qui nous occupe, les impacts de "premier niveau" sont par définition dans la continuité des outcomes, puisqu'ils concernent les mêmes acteurs. Il s'agit de révéler les différentes utilités et effets qu'a pu procurer l'équipement à ses premiers utilisateurs. Les mécanismes de diffusion se situent plutôt entre le "premier niveau" et le "deuxième niveau". Ce passage est caractéristique de l'élargissement de l'ensemble des acteurs concernés, cependant, certains impacts de "niveau 2" sont la conséquence indirecte des effets induits par l'appropriation de l'innovation par les acteurs de "niveau 1" (effet d'*écoulement*), d'autres sont liés à l'utilisation de l'innovation par des acteurs n'appartenant plus au premier cercle (effet de *diffusion*) ainsi que les effets d'*écoulement* associés à cette diffusion. La diffusion peut être "spontanée" (des acteurs privés viennent vers l'innovation) ou "appuyée" (des organismes d'appui influent sur la diffusion de l'innovation). Ainsi, des impacts de "niveau 2" peuvent avoir lieu en même temps (chronologiquement) que des impacts de "niveau 1".

La contribution de la recherche se réduit progressivement au cours du cheminement avec le passage des outcomes et impacts de "niveau 1" aux impacts de "niveau 2". Toutefois, la recherche et notamment la recherche locale reste un prescripteur en matière de choix technologique. Les projets, Ong et structures d'appui s'adressent à elle lorsqu'il s'agit d'être conseillé, orienté. Par ailleurs de plus en plus d'acteurs et d'institutions ont accès à l'information mise en ligne via le site internet développé par les projets de recherche sur le fonio. Les manifestations, foires et salons de l'Afrique de l'Ouest ont également été à plusieurs reprises l'occasion de présenter aux opérateurs économiques les résultats des recherches sur le fonio.

Les passages des impacts de “niveau 1” au “niveau 2” sont également dus à d’autres vecteurs caractéristiques de l’élargissement de l’ensemble des acteurs concernés. Pour expliquer ces changements d’échelle, nous utilisons une typologie de 3 grands types de mécanismes. Certains passages sont la conséquence indirecte des effets induits par l’appropriation de l’innovation par les acteurs de “niveau 1” (effet d’*écoulement* issu des effets de niveau 1), d’autres sont liés à l’utilisation de l’innovation par des acteurs n’appartenant plus au premier cercle (effet de *diffusion*) ainsi que les effets d’*écoulement* associés à cette diffusion (*écoulement* issu des effets de niveau 2). La diffusion peut être “spontanée” (des acteurs privés viennent vers l’innovation) ou “appuyée” (des organismes d’appui influent sur la diffusion de l’innovation). **Ainsi, des impacts de “niveau 2” peuvent avoir lieu en même temps (chronologiquement) que des impacts de “niveau 1”.**

Les différents mécanismes présents à travers les flèches du chemin de l’impact (**Figure 10**) sont indiqués suivant cette typologie dans le tableau ci-après.

Tableau 8 : Les différentes transitions entre les effets du chemin de l'impact

<i>écoulement</i> (issu des effets niveau 1, diffusion “spontanée” et diffusion “appuyée”)	<i>diffusion “spontanée”</i> (utilisateurs qui s’intéressent d’eux-mêmes au décortiqueur)	<i>diffusion “appuyée”</i> (organismes d’appui intéressés par le décortiqueur pour accompagner la diffusion)
<p>Prestation de service->Augmentation des revenus transformatrices (1er et 2nd cercle)</p> <p>Les transformatrices qui lavent le fonio ont pu accéder à un blanchiment efficace (fonio propre, bien décortiqué) et ainsi augmenter la quantité et la qualité de produits vendus. Elles peuvent aussi accepter de grosses commandes en étant sûres de les honorer.</p>	<p>Augmentation des revenus des transformatrices du 1er cercle -> Augmentation des revenus des transformatrices du 2nd cercle</p> <p>Les transformatrices du 2nd cercle qui n’étaient pas liées à la recherche dans le projet CFC sont intéressées par l’augmentation du revenu qu’elles voient chez les transformatrices équipées (soit par connaissance, soit parce qu’elles passent par la prestation) du 1er cercle et décident d’acquérir le même équipement pour profiter des mêmes mécanismes</p>	<p>Achat de décortiqueurs IMAF ou d’autres équipementiers par les ONG -> Augmentation des revenus des transformatrices de 2nd cercle</p> <p>Les transformatrices de 2nd cercle sont à la fois en milieu urbain et rural. Les ONG installent des équipements généralement par un don chez des transformatrices qui profitent alors de l’équipement pour augmenter leurs revenus toujours de la même manière.</p>
<p>Augmentation du revenu des transformatrices (1er et 2nd cercle) -> Création d’emploi</p> <p>Les revenus augmentant permettent d’embaucher de nouveaux travailleurs, surtout qu’il y en a besoin pour faire fonctionner le décortiqueur et laver les surplus de fonio (augmentation quantités)</p>	<p>Prestation de service à l’IER -> Augmentation des revenus des transformatrices du 2nd cercle</p> <p>Les transformatrices du 2nd cercle qui ont pris connaissance de l’équipement à l’IER, en l’utilisant ou simplement en le voyant sont intéressées pour en obtenir un afin d’augmenter leurs revenus par les mécanismes déjà cités</p>	<p>Achat de décortiqueurs IMAF ou d’autres équipementiers par les ONG -> Amélioration des conditions de vie des pileuses</p> <p>Les décortiqueurs installés en milieu rural permettent aux pileuses d’éviter à avoir à piler le fonio elles-mêmes, ce qui réduit la pénibilité associée au travail (meilleure santé) et, libère du temps pour d’autres activités</p>
<p>Quantités produites augmentent -> Augmentation des surfaces</p> <p>Les transformatrices ont besoin de plus de fonio pour satisfaire la demande, et commandent plus aux producteurs</p>	<p>Fabrication du décortiqueur GMBF par IMAF -> Fabrication du décortiqueur GMBF par de nouveaux équipementiers</p> <p>L’ancien directeur technique d’IMAF a créé sa propre entreprise. Au moins un autre équipementier s’est installé, à San, pour profiter d’un marché naissant autour du décortiqueur à fonio, s’inspirant du succès d’IMAF</p>	<p>Achat de décortiqueurs IMAF ou d’autres équipementiers par les ONG -> Augmentation des surfaces cultivées</p> <p>L’installation de décortiqueurs en milieu rural incite les producteurs à produire plus de fonio en leur donnant confiance, et parfois même des débouchés très surs.</p>
<p>Quantités produites augmentent -> Augmentation revenus commerçants</p> <p>L’augmentation de production permise aussi par la croissance de la demande permet aux</p>	<p>Fabrication du décortiqueur GMBF par IMAF et maintenance -> Augmentation revenus prestataires</p> <p>Des commerçants de fonio perçoivent l’intérêt</p>	<p>Projet IRD-US -> Equipementiers tirent un revenu de la vente de décortiqueurs, augmentation revenus</p> <p>L’action du projet IRD-US vise toute la filière,</p>

commerçants de commercialiser plus de fonio, et avec une rentabilité croissante aussi	de se diversifier en achetant le GMBF pour pratiquer la prestation de service et en ajoutant de la valeur au fonio par le décortilage et/ou le blanchiment.	notamment la promotion de la technologie de décortilage. Ainsi ils ont impliqué l'IRSAT pour la formation d'équipementiers à la construction du décortiqueurs, et ont installé un décortiqueur en milieu rural
Achat de décortiqueurs IMAF ou d'autres équipementiers par les ONG -> Augmentation revenus commerçants. Avec l'installation de décortiqueurs chez des transformatrices urbaines et rurales, les organismes d'appuis contribuent à renforcer la demande en fonio de ces dernières, favorisant l'activité des commerçants.	Augmentation revenus transformatrices 1er cercle -> Amélioration conditions de vie des pileuses rurales Les femmes pileuses inspirées par le succès des transformatrices urbaines souhaitent s'équiper pour soulager leur travail.	
Augmentation revenus des transformatrices du 2nd cercle L'équipement des unités de transformation de 2nd cercle va permettre à des pileuses de ne plus piler et de pouvoir profiter de la prestation ou des emplois créés		

Au Burkina Faso, la plupart des impacts de niveau 2 sont essentiellement lié à la dynamique malienne et à son extension hors de ses frontières.

5. Le renforcement des capacités

5.1. Présentation des situations d'apprentissage identifiées

Tableau 9 : Les situations d'apprentissage

Situation	Formation CAO	Accompagnement construction
Caractéristiques	Patrice Thauhay, IRSAT, IER, IRAG au Burkina Faso	Claude Marouzé et Jean-François Cruz (Cirad) en collaboration avec IER et IMAF
Rôle des chercheurs	Formation réalisée par le CIRAD pour les autres organismes de recherche	Tester l'équipement avec l'aide d'un constructeur local
Phase du chemin de l'impact	Input->output	Input->Output->Outcomes->Impacts 1er niveau (renforcement de capacités d'un acteur de niveau 1)
Acteurs apprenants	6 Chercheurs et techniciens	IMAF (Chefs d'atelier : Youssouf A. Touré puis Arboncana Touré particulièrement)
Capacités acquises et utilisées	Utilisation des fonctionnalités du logiciel Solid Concept	Construire le décortiqueur GMBF, connaître ses spécificités techniques IMAF, bien formé, a pu produire beaucoup de décortiqueurs depuis la fin du projet, sans appuis

C'est principalement chez IMAF et chez SIPS que l'on peut observer l'influence forte de la recherche, du CIRAD et de l'IER notamment, en termes de renforcement des capacités des "bénéficiaires" de l'innovation. Avant la collaboration avec la recherche, l'entreprise IMAF (Industrie Mali Flexible) était spécialisée dans la fabrication de coffres forts et l'installation de flexibles pour machine. Bien qu'équipée en machines outils, IMAF avait très peu d'expérience en matière de fabrication d'équipements agroalimentaires. La société IMAF est à la source d'une grande partie de l'impact observé.

La confiance accordée à Djibril Dramé de l'IER et aux chercheurs Claude Marouzé et Jean-François Cruz du Cirad par le responsable d'entreprise fut déterminante dans le processus de renforcement des capacités. La transmission des compétences s'est faite principalement via un mécanicien de l'entreprise, qui sur les conseils des chercheurs, a été nommé chef d'atelier et responsable de la construction du décortiqueur GMBF dans l'entreprise IMAF. Lors de nos entretiens avec ce mécanicien, toujours en activité, il a affirmé et désigné clairement le chercheur Claude Marouzé comme son formateur dans cette réalisation du décortiqueur.

L'atelier était le principal lieu d'apprentissage. Toutefois, il ne nous a été fait mention d'aucune formation formelle à IMAF. Le mode de transmission des savoirs, savoir-faire et compétences s'apparente à de la formation « sur le tas ». Le renforcement de capacités s'est accompli chemin faisant dans un processus d'échanges, d'interaction, relativement long (3 ans) entre les chercheurs et le personnel de l'atelier d'IMAF. Les situations d'apprentissages survenaient tout au long du processus, on peut affirmer qu'elles étaient basées sur la résolution de problèmes concrets : lecture de plans, traçage, choix des matériaux, usinage des pièces, assemblage etc... Pourtant, ces situations n'étaient pas explicitement définies comme des situations d'apprentissage. On peut également parler d'apprentissage non formel.

Cet apprentissage non formel est également intervenu à d'autres occasions, comme lors des essais des machines en milieu réel, dans les entreprises ou dans les villages. Là encore, les mécaniciens d'IMAF interagissaient avec les chercheurs mais également avec les transformatrices, apprenaient à résoudre des problèmes en situations variées en équipe.

Les équipementiers et les transformatrices du Burkina n'ont pas été impliqués dans la mise au point du décortiqueur de fonio. A l'inverse, les transformatrices maliennes qui ont été consultées d'abord pour l'élaboration du cahier des charges, puis pour la réalisation de tests qui se sont déroulés au sein de leurs entreprises (UCODAL notamment). Les transformatrices du premier cercle faisaient "partie" intégrante, elles étaient réellement partie-prenante du projet CFC. Nous manquons d'éléments tangibles pour rendre compte des situations d'apprentissage et évaluer la contribution de l'influence la recherche dans l'amélioration de leurs capacités.

5.2. Importance du renforcement des capacités dans la production des impacts de l'innovation

Les capacités des utilisateurs de l'innovation, entendues comme le savoir nécessaire aux utilisateurs afin de profiter durablement de l'innovation, sont dans notre cas relatives à l'utilisation du décortiqueur (régler la lame frein, régler les trappes d'entrée et sortie, alimenter le moteur, placer les courroies, etc.), à la maintenance de la machine (vérifier l'usure des pièces, du moteur, vérifier le fonctionnement général des pièces, savoir repérer des petits problèmes dans les pièces ou le moteur grâce au bruit, au produit qui sort) ou encore simplement savoir à qui s'adresser pour résoudre les problèmes. Les capacités des fabricants de l'innovation sont entendues comme le savoir nécessaires aux équipementiers pour maîtriser la production de machines fonctionnelles et pour assurer un suivi des équipements (par exemple proposer les pièces détachées, faire un service après vente, etc.)

Pour acquérir ces capacités, il y a d'une part les connaissances liées à l'éducation et aux expériences personnelles de chaque utilisateur et d'autre part les informations données par des extérieurs liés à l'innovation (ONG qui installent la machine, équipementiers qui vendent ou fournissent les machines, etc.). Pour ce qui relève du domaine de l'éducation et l'expérience personnelle, nous n'avons pas pu renseigner cet aspect très compliqué à mesurer. En revanche, nous avons pu demander aux acteurs bénéficiant d'un décortiqueur comment ils avaient appris à utiliser la machine, et comment ils procédaient pour la maintenir en état de fonctionnement.

Les résultats montrent bien que la recherche n'influe pas directement sur les capacités des utilisateurs à utiliser l'innovation. En effet, la plupart des situations d'apprentissages provoquées par la mise en oeuvre du projet se sont déroulées entre le CIRAD, l'IER et IMAF, qui ne sont pas les utilisateurs du décortiqueur GMBF mais qui sont d'une part les concepteurs et d'autre part les fabricants. Le renforcement des capacités des utilisateurs, quand il concerne les informations données par des extérieurs, et qu'il existe réellement, passe nécessairement par les équipementiers la plupart du temps, ou par les organismes d'appui plus rarement (ONG,...).

Au Burkina Faso cependant, l'IRSAT reste très impliqué dans le devenir du décortiqueur GMBF. Comme nous pouvons le voir dans le chronogramme (partie 3.3.), les décortiqueurs de fonio, associés à l'IRSAT (d'où le nom d'un output "différent" - décortiqueur IRSAT) arrivent très récemment. La plupart de ces équipements ont donné lieu à une formation réalisée par des mécaniciens de l'IRSAT (Dr Son ou Dr Yé).

Nous avons relevé lors des ateliers, au Burkina comme au Mali, un manque de formation ressenti par les différents utilisateurs. Il peut bien entendu y avoir une confusion de la part de ces derniers dans le sens ou l'usure "normale" des pièces (ou autres problèmes "normaux") peut être associée au manque de formation; mais si le problème est remonté, c'est qu'il trahit un ressenti partagé d'une formation qui dure la plupart des cas peu de temps (1-2 "jours") et qui ne permet pas de se saisir avec confiance de l'équipement.

L'implication du CIRAD dans le renforcement de capacités d'IMAF (et de SIPS d'une certaine façon) est avéré, tandis que dans celui des équipementiers burkinabé, il dépend en très grande partie de l'IRSAT, voire de l'auto-apprentissage pour certains.

L'influence du renforcement des capacités est important pour l'utilisation durable d'une machine qui est relativement complexe dans son fonctionnement. Par contre, chaque cas est variable puisque les individus qui possèdent et ceux qui utilisent au quotidien le décortiqueur de fonio (ils peuvent être différents) ont des aptitudes différentes au contact des machines qui ne dépendent pas d'un renforcement de capacités liés aux actions de la recherche.

6. Mesure des impacts

6.1. Construction des indicateurs et échantillonnage des personnes interrogées

La construction des indicateurs s'est faite seulement pour le Mali, puisqu'on a considéré à plus d'un titre la situation du Burkina comme *in-itinere*. Cette construction comporte des faiblesses dues au dispositif extérieur mis en place pour étudier au Mali. La première implication est que les indicateurs ont

été construits uniquement sur la base des résultats de l'atelier participatif, et qu'un certain nombre est issu d'une réappropriation des résultats par l'équipe cas.

A partir du tableau utilisé pour collecter l'information lors de l'atelier participatif (2.4.2.), rempli avec les résultats obtenus, nous avons pu construire plusieurs indicateurs, pour des impacts hiérarchisés dans l'absolu par aspect (économique, social, environnemental, etc.) avec la source de vérification associée. Le tableau des indicateurs ainsi réalisés se retrouve en annexe (**Annexe**). Seuls les résultats obtenus lors de l'atelier ont été considérés car nous n'avions pas les moyens de relever une large palette de descripteurs par des enquêtes préalables. Les enquêtes que nous avons mises en place ont surtout visé la compréhension de l'intéressement à l'innovation et la mesure des indicateurs définis. Nous n'avons pu nous permettre de revenir à plusieurs reprises sur la construction d'indicateurs, mais les résultats nous ont montré que l'ensemble des impacts identifiés avec l'atelier couvrait la majeure partie si ce n'est l'ensemble des impacts les plus importants. La comparaison avec les descripteurs retenus au Burkina Faso nous conforte dans cette idée.

Nous avons essayé d'être exhaustif sur la mesure des impacts énoncés avec les acteurs du premier niveau, au nombre de 4 au Mali. Il faut se rappeler que les "bénéficiaires" identifiés en première ligne par la recherche, lors du projet CFC, étaient les transformatrices urbaines. Nous avons donc essayé d'interroger l'ensemble des entreprises équipées de cette catégorie, à Bamako (même si elles ne font pas partie du premier cercle). Bien entendu nous avons élargi la mesure des indicateurs au "second niveau", en retenant certains acteurs variés au mieux possible compte tenu des contraintes de temps, des moyens, du travail à distance. Les échantillons définitifs sont présentés dans la partie 3.4.3.

Un nombre important de descripteurs nécessitaient des statistiques globales pour les mesurer. C'est le cas notamment des surfaces cultivées de fonio ou encore de la consommation du fonio, sous ses diverses formes de produit (un grand nombre d'avis obtenus au Mali sur la question du changement abordaient la notoriété du fonio, nationale comme internationale, et la consommation par des personnes à la santé fragile, diabétiques, enfants...). Ces données n'étant pas facilement disponibles, et parfois d'une qualité approximative, il n'a pas toujours été possible de renseigner les indicateurs en question.

Concernant la mesure des impacts par des techniques faisant intervenir le jugement des acteurs sur l'intensité, l'importance relative sur les changements, elle se limite au travail de hiérarchisation effectué lors de l'atelier. Nous aurions aimé avoir un classement absolu et un relatif afin d'avoir une vision plus précise du ressenti des acteurs concernés, mais les consultantes maliennes n'ont retenu que la hiérarchisation absolue. L'organisation de focus group ou d'enquêtes spécifiquement sur la mesure chiffrée de l'importance n'a pas pu avoir lieu par manque de moyens.

Les échantillonnages ont suivi une logique très différente entre le Mali et le Burkina Faso. Au Burkina, le faible nombre de machines présentes sur le territoire a fait que nous avons pu interroger quasiment l'ensemble des possesseurs. Les organismes d'appui identifiés liés à l'installation de décortiqueurs ont aussi été interrogés, ainsi que les équipementiers qui savent fabriquer le décortiqueur GMBF. Pour constituer la liste des invités à l'atelier participatif et des quelques producteurs rencontrés lors de focus groupe, nous l'avons réfléchi avec le partenaire Afrique Verte en fonction de l'intérêt des entretiens et du temps disponible. Au Mali, le manque de temps et la gestion à distance a fait reposer très fortement la construction des échantillons par les consultantes partenaires, de la structure Afrique Verte. Des lignes directrices ont été données pour permettre d'interroger la plus grande diversité d'acteurs

possibles, en rencontrant les acteurs incontournables, ceux du niveau 1 et ceux qui sont de grands utilisateurs du décortiqueur GMBF.

Au Burkina Faso, il était difficile de prendre l'innovation comme point de départ à l'échantillonnage puisqu'elle n'existait qu'en très peu d'exemplaires. Le stagiaire basé dans la capitale, la première étape des enquêtes a consisté à explorer les contraintes et les visions des principaux acteurs concernés par le processus d'innovation initial, à savoir les transformatrices urbaines. C'est notamment à travers le réseau RTCF (Réseau des transformatrices de céréales du Faso), appuyé par Afrique Verte, que nous avons pu sélectionner des transformatrices. Parallèlement, d'autres acteurs ont été identifiés, notamment ceux qui faisaient partie de la dynamique liée au projet IRD-US, mais aussi d'autres par maillage. La liste définitive des personnes interrogées est donnée en annexe. La logique d'enquête est restée exploratoire au Burkina puisqu'il s'agissait de saisir la dynamique passée et actuelle autour du décortiqueur, pas encore diffusé largement et donc n'ayant logiquement pas pu provoquer un ensemble d'effets "aisément" observable.

Au Mali, une certaine souplesse a été acceptée dans l'ensemble échantillonné du au dispositif de l'étude à distance. Le système d'acteur retenu est segmenté entre les acteurs du milieu urbain (Bamako) et du milieu rural (zones de production). Une exigence posée a été que l'ensemble des transformatrices urbaines équipées qui avait été identifiées dans le cadre du projet Aval Fonio (2012-2015) comme ayant un décortiqueur GMBF soient interrogées. Il en a été de même pour les équipementiers connus. Au delà, compte tenu des contraintes de temps, il a été décidé d'interroger des acteurs importants dans les catégories clés présentées précédemment en particulier les prestataires, et les organismes d'appui. En milieu rural, ne pouvant prétendre à une exhaustivité, des entretiens ont été réalisés auprès de producteurs dans des zones équipés ou non de décortiqueur, des pileuses (équipées ou non) et autres prestataires-commerçants, dans trois grandes zones de production (Koulikoro, Bougouni, Ségou-San). Ces enquêtes ont surtout permis d'identifier des mécanismes généraux d'effets et d'intérêt porté à l'innovation en dehors du premier cercle urbain proche de la recherche. L'échantillon des interrogés au Mali est disponible en annexe (**Annexe**).

6.2. Les impacts de 1er niveau

Les impacts de "premier niveau" concernent d'abord deux types d'acteurs, qui les transformatrices urbaines expérimentatrices et les équipementiers. Les mécanismes d'impacts liés à l'utilisation ou à la fabrication des décortiqueurs sont fiables au regard des données obtenues, et sont observés de la même façon chez les transformatrices urbaines et les équipementiers de "niveau 2". Ces mécanismes sont visibles dans le chemin de l'impact et rappelés ici dans la figure suivante.

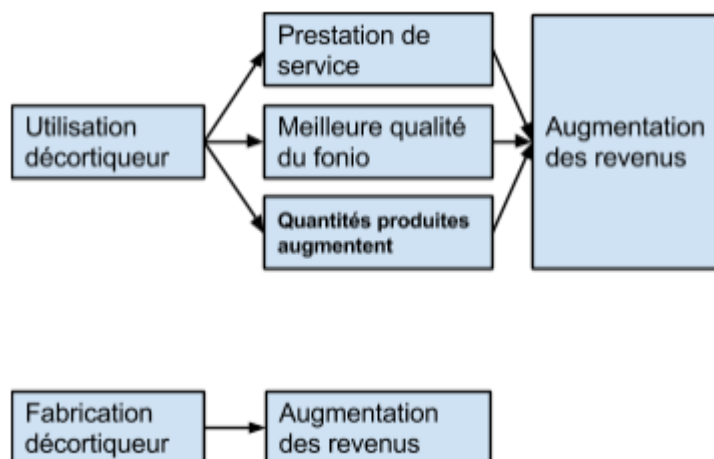


Figure 11 : Synthèse simplifiée des outcomes et impacts de niveau 1

Les mécanismes sont bien décrits dans la partie 4.4., Après avoir bien pris connaissance de ces mécanismes, il est possible de discuter de la mesure de l'impact, pour les acteurs du premier cercle. On voit effectivement qu'*in fine*, le seul impact identifié pour des acteurs du "premier niveau" concerne l'augmentation de leur revenu. Dans le détail, il est possible de voir des impacts "secondaires".

Nous estimons que le niveau de fiabilité des réponses obtenues auprès de ces opératrices est élevé. Du fait, d'abord du nombre restreint d'opérateurs économiques (4 transformatrices et 2 équipementiers) concernés par ce premier niveau d'impact. Par ailleurs, du fait des relations de confiance construites avec la recherche dans la durée.

6.2.1. Evolution de la situation des transformatrices/expérimentatrices du premier cercle

6.2.1.1 Augmentation de la production des transformatrices/expérimentatrices

Au Mali, ce sont les trois entreprises du premier cercle ayant participé à l'expérimentation pour la mise au point du décortiqueur qui sont concernées par cet impact, il s'agit des entreprises UCODAL, Kémé Yayé et Danaya Céréales. Avec l'intégration du décortiqueur GMBF dans leurs processus de transformation ces trois unités connaissent **une augmentation considérable de leurs volumes de production de fonio**. Leur production de fonio avant 2002 était insignifiante, il s'agissait de quelques dizaines de kilos à quelques tonnes par an au maximum pour l'une d'entre elles. 13 ans après l'introduction du premier décortiqueur, les quantités de fonio traitée annuellement ont atteint respectivement 150, 15 et 200 tonnes. Il est important de préciser que ces entreprises de transformation du fonio achètent presque essentiellement du fonio décortiqué (appelé prédécortiqué au Mali) et utilise l'équipement GMBF pour le blanchiment.

En fin d'année 2015, l'entreprise « Danaya Céréales » installée jusque là en pleine agglomération de Bamako ouvre sa toute nouvelle unité de production dans la zone industrielle de *Dialakorobougou* située en périphérie de la capitale malienne. Son objectif est de transformer 4 tonnes de fonio par jour en 2018 et de satisfaire ainsi les demandes croissantes tant sur le marché national qu'à l'exportation.



Figure 12 : Entreprise Danaya Céréales en zone industrielle de Dialakorobougou à Bamako (© Patrice Thaunay, Cirad)

Généralement, les transformatrices de ce secteur ne sont pas spécialisées sur un seul produit. Elles proposent souvent différents produits à base de céréales locales transformées, mais également des préparations à base de condiments (gingembre, bissap, tamarin...). La tendance observée chez ces opératrices du premier cercle est la part de plus en plus importante du fonio dans leur production. Cela se traduit dans l'évolution de leur chiffre d'affaires. **Le fonio représente aujourd'hui de 60% à 80% de leurs chiffres d'affaires (Tableau 10).**

Au Burkina Faso, seule l'entreprise ETRAFILS située à Bobo Dioulasso est concernée par les impacts de 1^{er} niveau. Même si elle n'a pas directement participé à la conception de l'équipement, elle a reçu un décortiqueur GMBF en 2002 pour expérimentation, qui a été suivi par l'IRSAT. Son volume de production est passé **de 5 tonnes par an avant l'installation du décortiqueur à plus de 50 tonnes par an** aujourd'hui. Pour l'entreprise Burkinabé, le décortiqueur est aussi valorisé par de la prestation de service. C'est près de 126 tonnes par an de fonio qui sont ainsi traités en prestation de service à un prix de 600F/tine (1 tine= 16,5 kg de paddy). Cette entreprise a été pendant près de 15 ans la seule de la région de Bobo à avoir un décortiqueur ce qui a progressivement attiré une clientèle de particuliers et de transformatrices, surtout pour le blanchiment de leur fonio. Le chiffre d'affaires, généré par l'activité de transformation (production et prestation) du fonio, est estimé à 9,5 millions de FCFA par an, ce qui pour la transformatrice représente près de 80 % de son chiffre d'affaires total. En 2015, l'entreprise s'est équipée d'une deuxième machine achetée chez IMAF à Bamako.

Tableau 10 : Mesure des principaux indicateurs pour les transformatrices de niveau 1

	Entreprises du premier cercle			
	UCODAL Mme Mariko (Bamako)	Kémé Yayé Mme Soumaré (Bamako)	Danaya Céréales Mme Dem (Bamako)	ETRAFILS Mme Traoré (Bobo Dioulasso)
Quantité de fonio traitée avant 2002 (t/an) (avant décortiqueur)	Quelques tonnes	Quelques dizaines kg	Quelques dizaines kg	5
Quantité de fonio traitée en 2015 (t/an)	200	15	150	50
Nombre de décortiqueurs par entreprise	3	2	4	2
Part du fonio dans C.A. en %	80%	80%	60%	80%
Réduction du nombre d'opérations de lavage (%)	50%	0	80%	?

Les quatre transformatrices du premier cercle ont acquis de nouvelles machines, témoignant ainsi de l'intérêt qu'elles portent à l'équipement. Sur les 11 décortiqueurs qu'elles possèdent actuellement, 6 ont été achetés entièrement sur fonds propres, dont 3 directement après la fin du projet CFC, et 5 subventionnés en partie ou totalement par un organisme d'appui (bailleurs de fonds les ONG, programmes de l'Etat).

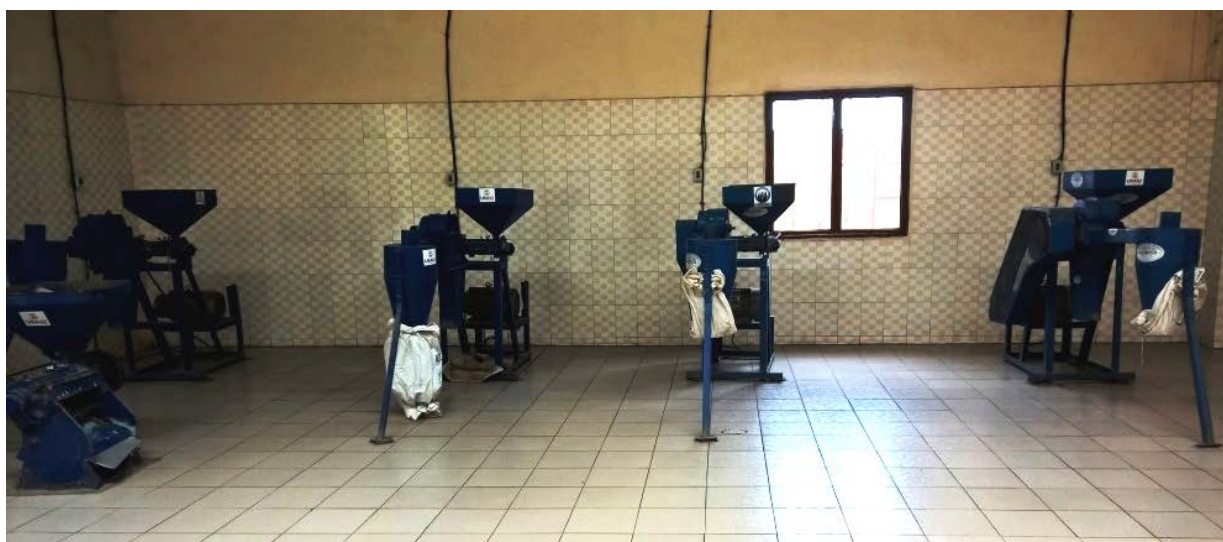


Figure 12 : Décortiqueurs GMBF (© Patrice Thauhay, Cirad)

6.2.1.2 Amélioration de la qualité du produit

Une seule des trois entreprises maliennes cite spontanément la meilleure qualité du produit décortiqué à la machine : « *cela donne un fonio plus propre, il y a moins de son collé aux grains* ». Le décorticage/blanchiment à la machine donne un fonio plus blanc que lors du décorticage/blanchiment manuel.

6.2.1.3 Effet inattendu sur l'économie d'eau

Après décorticage et blanchiment le fonio est lavé puis dessablé manuellement dans de l'eau et au moyen de calebasses selon un geste qui s'apparente à celui des orpailleurs avec leurs batées. Ces opérations consomment beaucoup d'eau. Ors, deux de ces entreprises déclarent avoir diminué le nombre de lavage du fonio entre 50 et 80% depuis l'introduction du décortiqueur, alors que la troisième estime qu'il n'y a eu aucun changement. Ces déclarations surprenantes, faites par ces deux entreprises, peuvent s'expliquer comme un effet indirect de l'introduction du décortiqueur dans le processus. En effet, afin d'éviter une usure prématurée des pièces, le décorticage/blanchiment au moyen de la machine exige un passage préalable dans un nettoyeur (crible rotatif) par abrasion. Bien exécutée, cette opération permet d'enlever à la fois les impuretés plus grosses que le fonio et une partie du sable et des particules plus fines. Ces entreprises sont équipées de nettoyeurs rotatifs de fabrication locales.

6.2.1.4 Augmentation des nuisances occasionnées (Impacts négatifs)

L'augmentation de la production entraîne un accroissement des volumes de rejets liquides qui correspondent aux eaux de lavage et de dessablage du fonio. D'une manière générale, ces eaux chargées sont souvent déversées dans la rue. Leur fermentation provoque d'importantes nuisances olfactives et des plaintes régulières du voisinage. Les entreprises ont été obligées d'investir dans la réalisation de fosses de stockage en béton et ont recours aux services payant de camions de pompage pour l'enlèvement de ces effluents.



Photo : Fosse de stockage des effluents dans une entreprise de transformation de fonio à Bamako (© Thierry Ferré, Cirad)

Le voisinage se plaint parfois des nuisances occasionnées par le bruit des décortiqueurs. La responsable d'une entreprise nous indiquait qu'elle avait des plaintes 4 à 6 fois par mois du fait du bruit des moteurs. Il s'agit d'un problème récurrent du secteur agroalimentaire dans les villes africaines. Les entreprises débutent souvent leurs activités dans les concessions familiales au cœur des quartiers d'habitations. Il s'agit là d'un impact négatif qui devra être pris en compte dans les mesures

d'accompagnement du secteur car avec la croissance de ce type d'activité, les nuisances augmentent et la cohabitation devient difficile avec les populations des quartiers d'habitation. Les zones industrielles susceptibles d'accueillir ces entreprises sont rares et les conditions d'accès difficiles pour des PME.

6.2.1.5 Evolution de l'emploi dans les entreprises du premier cercle

Au total, d'après les déclarations des trois responsables d'entreprises, nous avons estimé que l'augmentation de la production a générée près de 40 emplois principalement aux postes de lavage/dessablage et dans une moindre mesure au décortiquage et séchage. L'impact négatif de la mécanisation du décortiquage-blanchiment est la disparition des groupements de pileuses. Jusqu'à l'introduction de la machine, cette opération était assurée manuellement aux moyens de pilons et mortiers par des groupes de femmes qui vendaient ce service aux entreprises. Aujourd'hui, selon toutes les transformatrices urbaines interviewées, à Bamako, il n'existe plus de groupes de pileuses encore en activité.

L'autre impact négatif observé est, qu'avec la mécanisation du décortiquage ce sont des hommes qui sont affectés à ce poste et s'occupent des équipements au sein des entreprises. Toutefois, lors des entretiens ainsi qu'à l'occasion de l'atelier final de validation, les transformatrices ont relativisé cet impact négatif. Elles nous ont affirmé que le bilan en termes de création d'emplois était plutôt positif rappelant que la plupart du temps les femmes pileuses avaient été recrutées pour les opérations de lavage-dessablage.

Les changements et leur amplitude observés sur ce groupe restreint d'entreprises révèlent des tendances qui, nous le verront par la suite, sont en partie généralisable à une majorité des autres transformatrices. Toutefois, il est important de spécifier qu'il s'agit, dans le cas de ce groupe, d'entreprises que nous qualifions de leaders. En activité depuis plus de vingt cinq ans, elles ont une grande connaissance de la filière et des différents acteurs, elles sont conduites par des femmes au fort tempérament s'appuyant sur un large réseau de partenaires (bailleurs de fonds, projets, institutions de recherche et de développement, opérateurs économiques...). A ce titre elles sont souvent considérées, y compris par l'Etat, comme les leaders et les portes paroles du secteur et ont accès à davantage de ressources.

6.2.2. Augmentation des revenus des équipementiers maliens

Concernant l'équipementier IMAF, l'effet principal a été l'augmentation de leurs revenus du fait de la vente de décortiqueurs. Depuis la première commercialisation d'un GMBF jusqu'à fin 2015, le nombre de décortiqueurs vendus par l'entreprise s'élève à actuellement 112, dont 53,5% vendus au Mali (dont 63,3% à Bamako) et le reste dans la sous région. Un programme national Burkinabé a tiré les ventes à l'exportation avec une commande de 36 décortiqueurs soit 69% des exportations.

Le prix d'un décortiqueur se situe autour de 1,2 millions à 1,5 millions de FCFA en fonction de motorisation. , il est donc estimé qu'IMAF a pu faire sur ces dix dernières années un chiffre d'affaires d'environ 150 millions de FCFA. L'entreprise SIPS a pour sa part commercialisé 19 décortiqueurs GMBF soit environ 26 millions de FCFA. Pour le premier équipementier, IMAF, la vente du GMBF représente près de 70% de son chiffre d'affaires alors qu'il ne représente que 25% pour SIPS.

Concernant la création d'emplois, nous n'avons pu obtenir des données que pour l'une des deux entreprises ; à savoir 4 emplois créés (2 tourneurs et 2 techniciens). Les emplois indirects (réparateurs, soudeurs, fournisseurs...) induit par cette activité n'ont pu être estimé.

6.2.3. Emergence d'opérateurs de première transformation et de prestataires de services

Pour les céréales, la première transformation est classiquement constituée des étapes de décortiquage et de mouture. Nous rappelons que le fonio comme le riz, sont des céréales dite « vêtus » dont le grain est entouré d'enveloppes externes non comestibles (les balles). Après le décortiquage qui consiste à enlever les balles on pratique généralement un blanchiment qui permet d'enlever le péricarpe et le germe du grain.

Avec l'arrivée du décortiqueur GMBF, on a vu apparaître de nouvelles activités centrées uniquement sur le décortiquage et le blanchiment du fonio. Cette activité de première transformation peut-être pratiquée selon deux modalités qui la plupart du temps existent dans la même entreprise :

- soit en production avec achat de la matière première (fonio paddy), décortiquage et revente du « fonio complet » (appelé fonio pré-décortiqué au Mali) ;
- soit en prestation de service et dans ce cas l'opérateur équipé de décortiqueur.

Nous avons pu constater l'émergence de ce type d'activité, lié à la diffusion du décortiqueur GMBF fabriqué à Bamako, en premier lieu au Mali mais également au Burkina Faso. Leur clientèle est principalement constituée de commerçants grossistes et de transformatrices.

Nous avons pu enquêter deux opérateurs de première transformation situés à San et Diakobougou dans la Région de Ségou ainsi qu'une unité située en zone industrielle à Bamako (**Tableau 11**). Dans la première ville, l'entreprise UTC qui a débuté son activité dans la production de fonio dans le décortiquage du fonio traite près de 1200 tonnes annuellement.

Tableau 11 : Principaux indicateurs pour les opérateurs de première transformation

	Année début fonio	Quantité de paddy décortiqué par an (en tonne)	Nombre de décortiqueur	Modalités acquisition	Personnel	Autres Produits
Coopérative « Finidonbala ton » (Diakobougou)	2011	20	2	Subvention Ong	3 permanents	Microcrédit
UTC (San)	2009	1200	6	autofinancement	22 permanents 30 temporaires	Fonio uniquement
UVALC (Bamako)	2013	76	4	autofinancement	6 permanents 8 temporaires	Noix de cajou Sésame karité

Avec un total de 31 employés permanents et de 38 temporaires, la contribution de ces unités à l'emploi est significative. Mais l'impact de ces opérateurs sur l'économie locale est beaucoup plus ample car ils contribuent entre autres au maintien des activités de l'artisanat, mécaniciens et soudeurs, qui assurent maintenance et réparations des décortiqueurs et des autres équipements. Sur ce point les déclarations du

plus important opérateur de la ville de San en activité (6 décortiqueurs) sont claires : « *Je n'ai pas de problème avec ces machines, seulement les pièces s'usent et c'est normal* » ; « *J'ai des soudeurs à San qui font la réparation et la maintenance ; ils réparent facilement les machines, sans problème* ».

6.3. Les impacts de 2e niveau

Les impacts de “niveau 2” concernent des acteurs qui n'étaient pas impliqués dans la phase de co-conception de l'innovation. Certains de ces acteurs étaient déjà en activité lors de la phase de conception de l'innovation, mais les impacts de l'innovation sur leurs activités apparaissent plus tardivement dans le processus de diffusion. Il s'agit de transformatrices urbaines et rurales, de nouveaux équipementiers, d'opérateurs de première transformation, de commerçants et de producteurs de fonio.

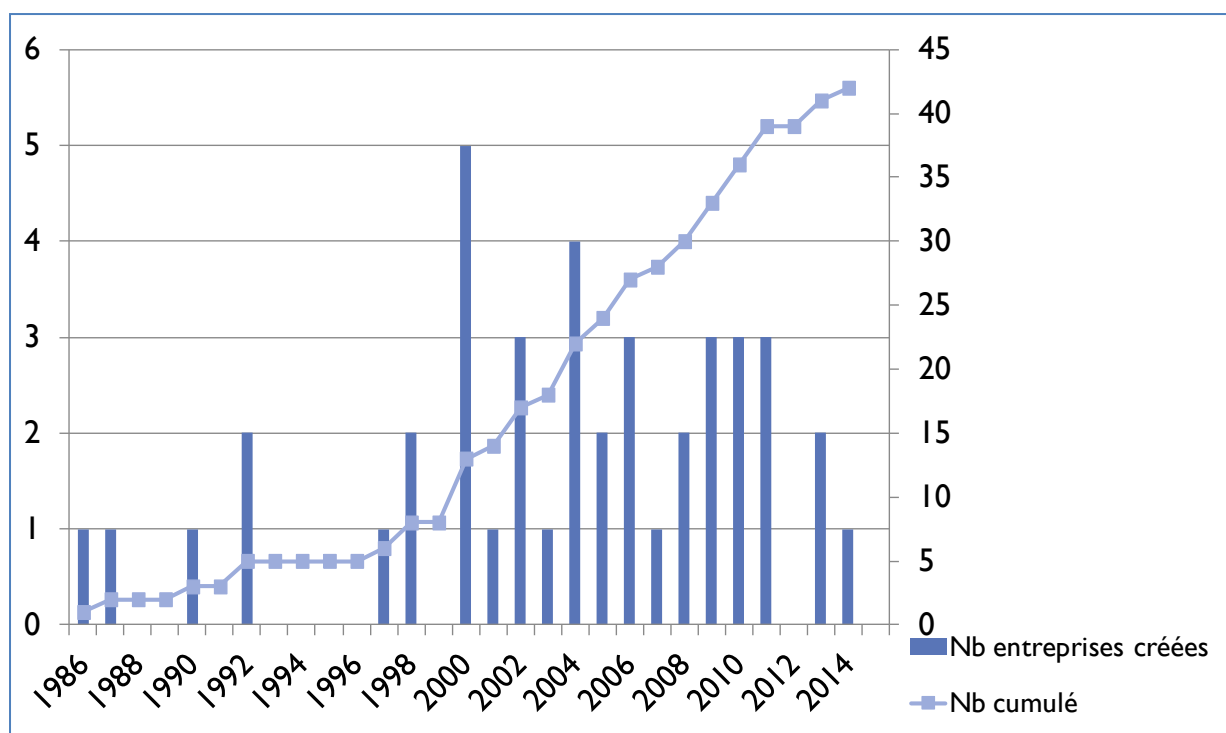
A l'évidence, les impacts de “niveau 2” de l'innovation construite au Mali, sont avant tout perceptibles au Mali mais ces impacts sont également sensibles au Burkina Faso. Réaliser l'étude à la fois au Mali et au Burkina Faso a ainsi permis de documenter le changement d'échelle à la fois en termes d'extension géographique et d'accroissement du nombre et du type d'acteurs concernés. L'initiative autonome de conception d'un décortiqueur par l'IRSAT au Burkina n'ayant pas abouti les impacts observés dans ce pays sont essentiellement dus à la diffusion du décortiqueur GMBF de fabrication malienne.

6.3.1. Evolution des activités des transformatrices du fonio

Suite à l'atelier participatif initial de Bamako, les impacts du décortiqueur GMBF sur l'évolution des activités des transformatrices de fonio ont été approchés au travers d'entretiens avec quinze transformatrices situées à Bamako et en région.

6.3.1.1. Création d'entreprises de transformation du fonio

Un recensement effectué en 2014 (Koulibaly, 2014) dans le cadre du Projet Aval Fonio a permis d'inventorier 71 entreprises de transformation de fonio sur la seule ville de Bamako. Notre enquête auprès d'un échantillon qui représente un peu plus de la moitié de cette population nous renseigne sur le fait qu'il existait moins d'une dizaine d'unités avant 2 000. A partir des années 2000 nous pouvons observer un net accroissement du nombre de création d'entreprises, puisque sur un effectif total de 45 unités ce ne sont pas moins de 35 unités qui se sont créées sur la période.



6.3.1.2. Augmentation des revenus des transformatrices équipées

Nous renseignons cet indicateur à travers l'estimation de l'évolution de leur production et de leur chiffre d'affaires. Il s'agit de données certes déclaratives mais qui permettent de révéler une tendance générale à la hausse de leurs revenus.

En effet, toutes déclarent que l'acquisition du décortiqueur leur a permis d'augmenter considérablement leur volume de production. Aujourd'hui, pour les 11 unités enquêtées à Bamako, le fonio représente de 50 à 100% de leur production. Il est devenu la part la plus importante de leurs chiffres d'affaires.

6.3.1.3. Création d'emplois dans les transformatrices équipées

Au total sur 11 entreprises équipées de GMBF, l'augmentation de la production a également permis de générer plus de 90 emplois principalement aux postes de lavage/dessablage et dans une moindre mesure au décortiquage (« meunier ») et séchage. Dans certaines entreprises, les pileuses (décortiquage/blanchiment au mortier-pilon) sont devenues des laveuses.

Ce point a également été confirmé lors de l'atelier de restitution-validation. Certaines transformatrices signalent que sur Bamako, de plus en plus de femmes se proposent de réaliser en prestation de services les opérations de lavage et dessablage. Ce service est facturé de 3500 à 4 000 FCFA le sac de 50 kg.

6.3.1.4. Amélioration de la qualité du fonio

La majorité des entreprises note une meilleure qualité du produit décortiqué à la machine : « *cela donne un fonio plus propre, il y a moins de son collé aux grains* ». Le décortiquage et blanchiment au mortier-pilon permettait difficilement d'obtenir un fonio aussi blanc. Il était nécessaire de passer beaucoup de temps à cette tâche afin d'obtenir une qualité équivalente.

Ce que l'on constate de façon certaine, c'est l'augmentation objective de la capacité de décortiquage permise pour les transformatrices urbaines. Aujourd'hui, qu'elles possèdent ou non la

machine, il est plus simple de décortiquer le fonio en passant par son propre équipement ou par celui d'un prestataire, voir d'acheter des stocks déjà blanchis au GMBF spécialement à l'occasion de grosses commandes. Le blanchiment, en 1 heure, de 150kg de fonio prédécortiqué par une seule machine pouvait nécessiter le travail d'au moins une trentaine de pileuses. Le coût du décortiquage mécanique en prestation est à peu près équivalent à celui du décortiquage manuel au Burkina Faso, il a tendance à être plus faible à Bamako (Mali).

6.3.2. Impacts du décortiqueur fonio sur les producteurs de fonio au Mali

L'ordre de présentation des impacts du décortiqueur sur les producteurs de fonio tient compte de la hiérarchisation opérée par les producteurs lors de l'atelier participatif de validation.

6.3.2.1. Augmentation des surfaces cultivées et des quantités produites de fonio

L'ensemble des indicateurs utilisés sont convergents.

80% des producteurs enquêtés dans les villages équipés ou proches d'un décortiqueur déclarent une augmentation de leurs surfaces cultivées en fonio depuis l'installation de la machine. Cette augmentation de 2 à 8 fois plus de surfaces cultivées en fonio.

Tous les producteurs enquêtés, y compris ceux qui déclarent ne pas avoir augmenté leurs surfaces cultivées en fonio, perçoivent une **augmentation générale des surfaces cultivées en fonio dans leur zone** depuis l'arrivée du décortiqueur.

Les deux tiers des producteurs déclarent **une augmentation des quantités de fonio produites**. Les producteurs expliquent l'écart avec l'augmentation des surfaces du fait de problèmes de pluviométrie et de mauvaises herbes. Tous les producteurs enquêtés observent une **augmentation du volume de production de fonio dans leur zone**. Ils affirment que de nombreux producteurs ont repris la production de fonio depuis l'installation du décortiqueur survenue entre 2008 et 2012 en fonction des villages : « ...depuis l'installation du décortiqueur l'évolution (des quantités de fonio produites) est bonne dans le village ».

Tous les producteurs enquêtés estiment qu'il y a eu **une augmentation du nombre de producteurs de fonio dans leur village depuis l'arrivée du décortiqueur**. La majorité d'entre eux estiment que cette augmentation est très importante. « ...avec l'arrivée de la machine, beaucoup ont repris la culture du fonio » ; « Si ce n'était l'arrivée de la machine, les cultivateurs avaient commencé à abandonner la culture du fonio.... »

6.3.2.2. Augmentation des revenus des producteurs

La totalité des producteurs qui commercialise leur fonio estime que leurs revenus a augmenté grâce à la vente du fonio : 50% estiment cette augmentation très importante, 40 % l'estiment moyennement importante, 10% peu importante.

D'une façon générale, les producteurs notent **une augmentation du prix de vente du fonio**. Cette augmentation dépasse Avant 2012, les producteurs vendaient le kg de fonio décortiqué (non blanchi) entre 225 et 250 FCFA/kg. En 2015-2016, les producteurs ont vendus leur fonio de 235 à 350 FCFA/kg entre octobre et janvier et jusqu'à 450 FCFA/kg en mai 2016.

6.3.2.3. Amélioration de la sécurité alimentaire

L'autoconsommation, concerne près du tiers des producteurs enquêtés qui ne vendent pas leur fonio et le réservent à la consommation familiale. Les autres producteurs disent réserver environ un tiers de leur production de fonio pour l'autoconsommation.

La totalité des producteurs de fonio enquêtés assure que leur **situation alimentaire s'est améliorée** grâce au maintien et au développement de la culture du fonio. Les producteurs conservent tout ou partie de leur récolte de fonio pour la consommation familiale. La récolte du fonio intervenant avant les autres céréales, elle **permet de réduire voire de supprimer la période de soudure**. «...car la récolte du fonio vient avant les autres céréales et permet de lutter contre la soudure mais le problème était le décortiquage », « ...le fonio est récolté avant les autres céréales et ça nous permet de passer le temps de soudure ».

60% des réponses soulignent également l'intérêt du fonio qui **permet de diversifier son alimentation et de préparer différents types de plats**. « Nous varions nos plats. Au lieu de faire toujours du mil, nous utilisons le fonio ». « On peut diversifier les modes de consommation du fonio en plusieurs aliments comme le foyo, le tô, le fonio cuit dans la sauce etc... » ; « Le fonio décortiqué est très propre et augmente de volume quand on le prépare, il est devenu le plat préféré pour le petit déjeuner car très facile à préparer ».

6.3.2.4. Amélioration de la fertilité des sols

Tous les producteurs enquêtés indiquent que **la culture du fonio leur a permis de récupérer des terres**. «...on cultive d'autres céréales et quand les rendements commencent à diminuer on met la culture du fonio durant 2 à 3 ans pour le récupérer ».

Une majorité de producteurs note également **une amélioration de la fertilité des sols**. Ils expliquent cela par le fait que les résidus de récolte (une partie des tiges) de fonio restent sur les champs et sont consommés par le bétail dont les déjections viennent fertiliser le sol. Notons qu'un producteur apporte une explication singulière « ...les tiges sont dégradées par les termites qui constitue le fumier, les racines aussi ».

6.3.2.5. Diminution de la pénibilité du travail des femmes

Femmes et hommes sont unanimes pour dire que **le décortiqueur a diminué la pénibilité du travail**, sauvant le fonio d'un déclin régulier. « ...ça soulage du pilage qui est très difficile ».

Toutes les femmes questionnées estiment que **le décortiqueur les a libérées d'une tâche qu'elles jugent très pénible**.

Les femmes déclarent que le décortiquage mécanique du fonio a permis de libérer du temps pour d'autres activités.

6.3.2.6. Amélioration des conditions de vie et contribution à la cohésion sociale

Tous les producteurs enquêtés indiquent que **la culture du fonio contribue au renforcement de la cohésion sociale**. C'est particulièrement le cas durant la récolte, ou fauchage, qui se fait en groupe d'entraide. C'est également le cas au moment du battage : « ...on a un système d'entraide, on fait des groupes pour faire la récolte ensemble donc s'est la cohésion » ; «...et aussi on se prête les semences de fonio entre nous ».

Toutes et tous déclarent que **le décortiquage mécanique a permis de réduire les tensions dans la famille** :

« je peux dire que le décortiqueur a mis fin aux petits problèmes de la famille (les petites querelles) car auparavant on n'aimait pas du tout préparer le fonio » ; « On ne fait plus d'histoire à cause du pilage du fonio et on s'occupe de nos enfants car nos revenus sont diversifiés par cette source de revenu ». « Dans notre zone, les gens avaient pratiquement abandonné le fonio parce que ça posait beaucoup de problèmes entre mari et femme.... » ; « Il y avait tellement de problème quand on demandait à nos femmes de faire un plat à base de fonio. Ces problèmes ont diminué grâce à la machine même si elle est encore loin de nous (7 km) et qu'il n'y a qu'une seule machine ».

6.3.2.7. Amélioration disponibilité en aliments pour le bétail (paille, son)

L'ensemble des producteurs interviewés notent **une amélioration de la disponibilité en aliments pour le bétail**. Ils conservent une partie des tiges de fonio récupérées après battage pour l'alimentation du bétail en saison sèche, l'autre partie restant au champ est également consommée par le bétail après les récoltes.

7. Retour d'expérience

7.1. Sur la méthode d'évaluation impresS

7.1.1. Les outils de la méthode et l'organisation du travail effectué

7.1.1.1. L'atelier participatif

L'atelier participatif est un outil extrêmement intéressant puisqu'il permet aux différents acteurs de faire valoir leurs points de vue sur la restitution du récit, sur l'histoire de l'innovation, des différents acteurs et événements qui sont intervenus au cours de ce processus. Il permet également de rendre compte de leurs perceptions des changements intervenus suite à la diffusion du décortiqueur et de hiérarchiser ces changements.

Nous avons utilisé cet outil dans les deux pays Burkina Faso et Mali mais dans des conditions différentes. L'atelier est aussi une occasion de réunir les acteurs liés directement ou indirectement à l'innovation, il s'agit principalement des acteurs de la filière. Nous avons plusieurs types d'acteurs réunis, qui pouvaient donc éclairer la question de différents points de vue. La confrontation de ces perceptions doit être gérée avec discernement par les animatrices de l'atelier, ce qui requiert beaucoup d'expérience. L'atelier participatif est primordial pour obtenir un ensemble de descripteurs bien fourni et pour la construction, des processus de changement ou des moyens de vérification des éléments proposés. C'est aussi l'occasion de procéder à une hiérarchisation des changements (impacts, descripteurs). L'intérêt principal réside certainement dans le format, qui permet de collecter un grand nombre d'informations dans des délais relativement brefs.

Les adaptations que nous avons apportées à l'outil sont décrites dans la partie 2.4. de ce rapport et s'expliquent en grande partie par les spécificités de notre cas : système d'acteurs, contexte de l'innovation, dispositif d'organisation, etc. Tous les aspects positifs théoriques de l'atelier n'ont pas pu être vérifiés, mobilisés et parfois ils n'ont pas pu objectivement s'exprimer.

La question de la sélection des participants est déterminante pour plusieurs raisons. Les personnes présentes vont conditionner une bonne partie des changements constatés, surtout quand le périmètre du cas concerne un pays entier. Entre autres, la personne provenant de telle région va donner son avis sur ce

qu'elle a ressenti, ne pourra pas décrire l'ensemble des changements de sa région. De plus certaines régions ne peuvent pas être représentées, parce que trop loin ou pas joignable. Il faut savoir qu'au Burkina Faso comme au Mali, les acteurs du "premier niveau" sont peu nombreux, nous n'avons pas pu organiser un atelier avec eux seuls. Nous avons donc un atelier nécessairement constitué en grande majorité d'individus représentant des acteurs de "niveau 2". Pour réunir ces acteurs d'un niveau élargi à la filière fonio, il a fallu mobiliser un réseau existant, qui se trouve être celui des acteurs encadrés par Afrique Verte au Mali comme Burkina. Nous avons donc un ensemble d'acteurs qui ne sont pas complètement représentatifs du périmètre, et réunis autour d'un acteur qui n'est pas la recherche. Les résultats obtenus sont donc partiels, même si ils sont enrichissants.

Dans notre cas, cinq ou six catégories d'acteurs sont représentées (producteurs, transformatrices équipées rurales ou urbaines, transformatrices non équipées rurales ou urbaines, organismes d'appui, équipementiers, voire commerçants ou prestataires). Avec le temps disponible consacré à l'atelier (disponibilité des acteurs, budget, partenaires d'animation...) soit une journée environ, cela laisse assez peu de temps pour creuser les changements propres à chaque type d'acteur.

7.1.1.2. *Les entretiens individuels*

L'entretien individuel est un outil largement utilisé en sciences sociales. Dans la méthodologie ImpresS, il permet de renseigner la trajectoire de l'innovation, les intervenants et événements survenus, de caractériser des liens de causalité, de recueillir des descripteurs, de mesurer des indicateurs.

Dans notre cas, la spécificité du faible nombre d'acteurs concernés par les impacts de "niveau 1" nous a placé dans une posture très exploratoire, même si la plupart des acteurs et des phénomènes étaient déjà connus (à divers degrés) par l'équipe cas. Les entretiens ont été l'outil le plus sollicité pour obtenir l'information. C'est par maillage la plupart du temps que nous avons constitué la base d'individus échantillonnée.

Des différences liées au dispositif d'étude et à la situation de la diffusion de l'innovation sont remarquables dans l'application et la visée des entretiens. Au Burkina Faso, les changements sont logiquement difficilement discutables avec les acteurs dans la mesure où l'influence du décortiqueur est relativement récente pour l'écrasante majorité d'entre-deux. Les entretiens ont comporté des questions sur le changement, mais souvent il a été difficile de retracer la causalité avec l'innovation, soit à cause de sa complexité soit à cause de son ampleur négligeable ou nulle.

Au Mali, la situation est totalement différente, puisque la diffusion de l'innovation y est particulièrement importante. Le dispositif change également, car nous n'avons pas pu conduire nous même les entretiens. Ces spécificités nous ont conduits à produire des guides d'entretiens explicatifs afin de renseigner les enquêtrices sur les différentes thématiques à aborder. Malgré cela, l'exercice s'est révélé difficile et pas entièrement satisfaisant. Certaines réponses auraient mérité d'être approfondies à travers des questions de relance. D'autres réponses paraissent ambiguës et sont insuffisamment étayées. Un temps plus important aurait été nécessaire, pour former les enquêtrices et réaliser des entretiens tests avec elles.

Toutefois, le principal écueil réside dans la représentativité des résultats d'enquêtes auprès des producteurs. En effet, nous ne disposons pas de données sur la population des producteurs de fonio. Dans ces conditions il est impossible de réaliser un échantillonnage représentatif et de pouvoir extrapoler les résultats. Au mieux, cette forme d'enquête permet de percevoir des tendances à l'échelle d'un village.

7.1.1.3. *Les focus groups*

Cet outil a été mobilisé au Burkina Faso pour interroger des producteurs ainsi que des pileuses rurales. C'est un outil pratique, qui permet de collecter des informations en peu de temps sur des groupes relativement homogènes et permet de révéler des grandes tendances comme l'évolution de la production dans une zone. Le défaut que nous percevons, et que cette forme d'entretien a plutôt tendance à rendre compte de consensus, de points de vue partagés. Les divergences d'opinions sont plus difficiles à faire émerger, les producteurs n'évoquent pas volontiers leurs points de désaccord face à un étranger. De ce fait, après l'expérience du Burkina nous nous sommes plutôt orientés vers des entretiens individuels au Mali.

L'autre biais probable de l'entretien de groupe réside dans les liens qui unissent producteurs et structures d'appui. Au Burkina Faso, les groupes ont été identifiés et sélectionnés par notre partenaire, Afrique Verte, qui conduit avec ces acteurs des actions de développement de la filière. Cela a nécessairement orienté le discours de nos interlocuteurs, désireux de ne pas décevoir leur partenaire.

7.1.2. Regard général sur ImpresS et ses outils de visualisation

Le choix de réaliser, selon la méthode ImpresS, l'étude dans deux pays était guidé par la volonté de comparer deux situations distinctes, avec des trajectoires d'innovation et des impacts différents. La réalité du terrain a établi que les changements significatifs qui se produisaient au Burkina étaient davantage liés aux effets de changement d'échelle (spill-over) de l'innovation malienne. L'émergence encore très hypothétique d'une innovation endogène au Burkina relève d'un processus en cours.

Au Mali, le processus d'innovation concerne un faible nombre d'acteurs ce qui rend la collecte d'informations et la confrontation relativement aisée et ce d'autant que les collaborations entre chercheurs, transformateurs et équipementiers se poursuivent aujourd'hui encore.

Deux aspects distincts semblent se dessiner dans la méthode. Dans un premier temps, il est question de comprendre l'articulation des processus du changement, de caractériser comment les acteurs s'approprient, s'organisent, comment la sphère socio-économique s'active autour d'une innovation à laquelle le CIRAD a contribué (*ex-post*) ou contribue (*in-itinere*). Dans un second temps, il est question de mesurer l'impact sous différents aspects, en utilisant la construction et le renseignement d'indicateurs. Le temps accordé pour renseigner ces deux aspects n'est pas suffisant. Ce sont deux façons d'aborder la question qui mérite chacune une attention particulière, d'autant que les enquêtes terrain reposent en grande partie sur le travail d'un stagiaire pour notre cas.

Dans notre cas, la différenciation entre outcomes (résultats de court termes chez les proches "partenaires" ou "bénéficiaires") et impact (effets de long terme sur l'ensemble des acteurs concernés directement ou indirectement par l'innovation) suffit à placer le changement d'échelle, qui doit bien sur être expliqué car difficilement catégorisable.

La rétroaction ne peut exister que dans l'optique ou ce que l'on considère comme un "champs d'effets" est contemporain de ce que l'on considère comme un "champs de cause". Dans notre cas, ce qui mobilise les inputs, c'est le projet, et ce projet était terminé lorsque les impacts ont commencé à s'exprimer. Il est donc impossible d'avoir des rétroactions entre les impacts et les inputs - dans notre cas toujours. La rétroaction pose un autre problème. Pour exemple : le résultat de recherche (output) est le décortiqueur GMBF. Mais les décortiqueurs qui se diffusent peuvent être plus ou moins différents de celui que la recherche a mis au point, pour un tas de raisons (apport personnel du fabricant, problème de matière première, coût avantageux d'un nouveau procédé, etc.). Ces nouvelles machines légèrement

transformées sont elles toujours le décortiqueur GMBF ? Et si oui, à ce moment que signifie la case “décortiqueur GMBF” dans le schéma ? Un travail de précision sur l’intitulé et la nature des cases du chemin de l’impact pourrait être nécessaire, surtout pour la mise en place des liens de causalités et des possibles rétroactions (si la situation présentée en début de paragraphe est respectée).

Le récit de l’innovation doit apporter des éclaircissements sur le chemin de l’impact pour comprendre la temporalité. Il n’est pas possible de discuter des causalités observées sans faire référence à l’enchaînement des événements. Par ailleurs, le rôle des facteurs externes est très diminué dans la manière de représenter la chaîne causale. L’appui d’organismes extérieurs se retrouve dilué dans les flèches, amplifiant l’impression de la contribution de la recherche et le contexte est indiqué comme une nébuleuse englobant le chemin de l’impact. Pour ce dernier point, il est effectivement trop complexe d’expliquer en quoi des éléments macro-économiques ou macro-sociaux viennent interférer avec l’enchaînement de causalités alors que nous savons bien qu’ils sont déterminants, notamment pour comprendre les effets d’une action dans un contexte particulier. L’idéal serait de caractériser ces interactions, mais quels sont les outils pour le faire rigoureusement ?

Le travail de mesure de l’impact nous a posé plusieurs problèmes. Une des contraintes tient au fait que les transformatrices urbaines, qui sont un type d’acteurs de “niveau 1”, transforment plusieurs produits et n’ont pas de registre comptable. Difficulté pour identifier des changements et obtenir des repères datés, pour identifier la contribution de l’innovation à ces changements et surtout pour chiffrer que ce soit des mesures physiques (économiques, volumes, paramètres techniques, etc.) ou d’appréciation. Il n’est question que des transformatrices urbaines car elles constituent la cible principale de la recherche au moment de la conception de l’innovation. Au niveau *macro*, le manque généralisé de données sur le fonio nous a également posé des problèmes. Les moyens disponibles ne nous permettant pas de réaliser des enquêtes sur les flux de fonio entre pays, beaucoup d’effets mentionnés par les acteurs n’ont pu être quantifiés.

Lors de l’atelier final de validation, nous avons fait le choix de ne pas présenter le chemin d’impacts. Après avoir échangé avec certains acteurs, nous avons jugé cette représentation trop complexe pour être exposé et commenté.

7.2. Réflexions sur la conduite de projets d’innovation similaires

Le projet qui a permis la mise au point de l’innovation s’est achevé en décembre 2003. Ors, en 2015, nous constatons qu’au Burkina Faso le chemin de l’innovation est en train de débiter. Peu ou pas d’effets sont observables en lien avec un processus endogène au Burkina. Les changements observés dans ce pays relèvent davantage des effets liés à la diffusion et au changement d’échelle de l’innovation construite au Mali.

Toutefois, dans le cadre du nouveau projet « Aval Fonio » les chercheurs du Cirad collaborent avec ceux de l’IRSAT sur l’accompagnement de nouveaux processus d’innovation portant sur d’autres opérations post-récolte. Les avis formulés ici visent à contribuer à améliorer les démarches d’innovation mises en œuvre par les chercheurs. Que serait un projet d’innovation similaire ? Aussi, nous parlerons de recommandations en vue d’atteindre des objectifs qui sont peut être implicites, mais qui mérite d’être explicités, ceux d’atteindre la plus grande diffusion possible et de provoquer le maximum (en nombre et en intensité) d’effets jugés positifs pour et par les acteurs impactés. Afin de formuler des recommandations, il faut dans un premier temps identifier les événements ou éléments qui ont posé problème au regard des objectifs explicités.

7.2.1. Pendant le projet

- Nous l'avons vu, dans le cas du Mali, la recherche a été à l'origine de la constitution d'un dispositif, de type réseau sociotechnique, qui a impliqué des transformatrices et un équipementier très tôt dans la démarche, dès la phase de conception. Le choix des chercheurs s'est orienté vers l'implication d'acteurs clés dès le début du projet : à la fois des PME leaders, avec à leur tête des figures emblématiques du secteur, et un équipementier avec qui s'est construit dans la durée une relation de confiance.
- L'intervention de la recherche malienne s'est prolongée au-delà de la durée du projet à travers des actions de formation des transformatrices mais également par le choix de mettre à disposition l'outil en prestation de services. Cette activité non programmée a compté notamment au début de la phase de diffusion de l'équipement. Elle a permis de faire connaître le décortiqueur, de faciliter l'accès à un plus grand nombre de transformatrices et de les rassurer quant aux performances de l'équipement.
- La reconstruction du récit de l'innovation entreprise dans le cadre de cette étude, montre bien que l'on se situe dans un processus de longue durée. Comment tenir compte de cette dimension de temps long en opposition avec le temps court d'un projet ? La réponse se trouve en partie dans le constat que les principaux acteurs de la diffusion du décortiqueur à fonio ont été d'une part des opérateurs économiques (transformatrices et prestataires de services) et d'autre part des organisations de type Ong ou projets. Il est sans doute nécessaire d'impliquer ces structures bien plus en amont du processus d'innovation. Ce constat plaide pour une plus grande implication de ces organisations et suffisamment tôt dans le processus ou à minima de convenir de moyens pour les informer régulièrement des évolutions, des avancées du projet.
- Au Mali, l'intensité des relations entre chercheurs et équipementier fut d'autant plus forte que le coordonnateur régional Cirad du projet était basé à Bamako. Cette proximité géographique permettait de fréquentes rencontres et échanges. De plus, les relations personnelles préexistantes entre le responsable des chercheurs de l'IER et le patron de l'entreprise IMAF ont largement contribué à construire une relation de confiance. Les échanges directs, en face à face, ont été fréquents et ont permis de nombreuses occasions de transmission d'informations mais également de situations de renforcement des capacités. Cette relation de confiance est primordiale. La thèse de Medah I. (2006), montre combien la construction de cette confiance notamment pour le cas qui nous occupe, entre chercheurs et artisans est nécessaire à la mise en œuvre d'une réelle collaboration. Aujourd'hui, ce dispositif est activé dans la mise en œuvre de nouveaux projets d'innovations. Ce travail de conception a également été très fortement lié à l'implication de trois importantes transformatrices. Ces femmes, sont considérées par leurs paires et par les autorités maliennes comme les leaders de cette filière fonio. Elles incarnent la figure emblématique de l'entrepreneuriat du secteur agroalimentaire dans leur pays mais également dans la sous région. Leur collaboration fut importante à travers les tests des prototypes dans leurs entreprises, les retours qu'elles ont pu apporter sur la machine) et à un équipementier (avec qui les chercheurs maliens et français ont beaucoup collaboré). L'adoption de cette innovation par ces actrices pivots fut très certainement un gage de fiabilité, de crédibilité pour la machine et l'équipementier local.
- Le travail avec des acteurs ciblés est un choix important qui n'est pas anodin en matière d'accompagnement. C'est le cas de la stratégie adoptée par le projet qui a choisi de répondre aux

demandes de mécanisation émanant de transformatrices de fonio de taille relativement importante. Il s'agissait de PME maliennes qui, nous l'avons vu, évoluaient en position de leader et souvent de porte-parole de leurs pairs. Ce choix reposait sur l'hypothèse que, du fait de leur dynamisme et de leur leadership, ces PME endosseraient plus facilement le rôle de pionnière. Elles seraient plus à même de prendre des risques en s'engageant dans un processus d'innovation. Quoiqu'il en soit on peut considérer que ce sont d'abord les transformatrices qui les premières ont convaincu et enrôlé les chercheurs sur cette problématique du décortiquage du fonio. De leur côté, les chercheurs percevaient ces femmes responsables comme des prescripteurs. Ils présupposaient les effets d'entraînement sur les autres transformatrices du secteur et sur l'amont agricole. In fine, ce choix a conforté la position de ces leaders mais il a également permis aux autres transformatrices d'avoir accès à l'équipement.

7.2.2. L'après-projet

- Seules les entreprises traitant des volumes importants et dotées d'une bonne capacité financière ou ayant accès à des subventions via certains organismes ou projets arrivent à acquérir un décortiqueur. Les autres entreprises de taille plus modeste ont souvent accès à l'innovation par la prestation de service. Cette activité de prestation de service est essentiellement mise en place par des commerçants qui s'équipent souvent de plusieurs machines et s'installent à proximité des zones de production ou sur les marchés urbains, c'est le cas au Burkina comme au Mali. Cette modalité d'accès à la mécanisation est très souvent présente en Afrique et doit être prise en compte par les projets pour faciliter la diffusion des innovations.
- Certains piliers pour assurer la viabilité d'un équipement (sa fabrication locale et son utilisation) ont pu être mis en lumière par le cas du décortiqueur GMBF et confirmés par d'autres exemples issus de la littérature. Nous voyons ces piliers au nombre minimum de 4, détaillés dans le tableau suivant.

Tableau 11 : Piliers de la durabilité de l'utilisation et diffusion du décortiqueur GMBF

Rentabilité de l'utilisation et/ou de l'investissement	Intérêt économique de l'utilisation et de l'investissement (diminué des potentielles subventions), par rapport aux coûts induits (au sens large) et aux revenus tirés (ou aux coûts évités)
Formation des utilisateurs	L'utilisation d'un équipement n'est pas simple, une formation est souvent nécessaire pour garantir la longévité de l'équipement et un bon rendement ainsi qu'une bonne qualité du produit. Les utilisateurs sont même demandeurs de formation. Les utilisateurs sont même demandeurs de formation
Maintenance de l'équipement	La maintenance peut être assurée par l'utilisateur, mais pour un certain nombre de problèmes, il y a besoin de spécialistes (soit le fournisseur, soit un mécanicien indépendant) pour assurer les réparations et/ou l'approvisionnement en pièces détachées
Capacités et intérêts des artisans	Les artisans doivent avoir un intérêt économique à produire la machine, et une assurance de la rentabilité de l'opération. Aussi leurs capacités (outillage, compétences, etc.) doivent permettre de réaliser des équipements de qualité et d'assurer le suivi (qui dépend de leur intérêt pour la démarche après-vente)

Si les structures locales d'accès au crédit, de promotion des équipements agricoles, et autres institutions d'appui agricole (production, transformation, commercialisation) ne peuvent ou ne veulent

prendre en charge l'appui sur le démarrage de la diffusion, il peut être intéressant d'envisager soit de mener un projet spécifique d'appui à la **promotion de l'équipement** et à la compréhension plus fine de son **intérêt économique de l'équipement dans le système existant** ou bien d'impliquer très sérieusement un partenaire de développement qui pourrait endosser ce rôle. Chaque projet doit être concerné par les quatre piliers présenté auparavant.

Bibliographie

Afrique Verte, Artisans du monde, RONGEAD. 2011. Plan de développement commercial du fonio dans la région des hauts bassins au Burkina. [en ligne] 54p. [consulté le 23/09/15] http://www.afriqueverte.org/r2_public/media/fck/File/Documentation/Etudes/developpement-commercial-fonio-burkina.pdf

Akrich M., Callon M., Latour B. 1988. A quoi tient le succès des innovations ? 1 : L'art de l'intéressement. *Gérer et comprendre*, (11): 4-17.

Akrich M., Callon M., Latour B. 2006. Sociologie de la traduction, textes fondateurs. Paris: Presse des Mines, 304p.

Barret D., Clavel D., Dabat M-H., Faure G., Mathé S., Temple L., Toillier A., Triomphe B. 2015. Guide méthodologique sur l'évaluation des impacts de la recherche agronomique dédié aux pays du sud - *ImpresS. Version du 5 avril 2015*.

Coulibaly K. 2014. Analyse du processus d'innovation dans les petites et moyennes entreprises de transformation de fonio à Bamako. Cirad, Montpellier SupAgro, Université Montpellier 1 : 72p. Mémoire de Master.

Cruz J-F., Dramé D., Diallo T.A., Son G., 2000. Rapport Annuel des activités (juin 1999 à juin 2000) n°2/00. Projet CFC/IGG – (FIGG/02) : Amélioration des technologies post-récolte du fonio. CIRAD-IER-IRAG-IRSAT. CIRAD - Bamako. Mali. Juillet 2000. 36 p. + annexes

Cruz J.F., Drame D., Diallo T.A., Son G., 2001. Rapport Annuel des activités (juillet 2000 à juillet 2001) n°4/01. Projet CFC/IGG – (FIGG/02) : Amélioration des technologies post-récolte du fonio. CIRAD-IER-IRAG-IRSAT. CIRAD-Bamako. Mali. Septembre 2001. 34 p. + annexes

Cruz J.F., Drame D., Diallo T.A., Son G., 2004. Rapport Annuel des activités (juillet 2002 à décembre 2003) n°8/04. Projet CFC/IGG – (FIGG/02) : Amélioration des technologies post-récolte du fonio. CIRAD-IER-IRAGIRSAT. CIRAD-Montpellier. France. Janvier 2004. 38 p. + annexes

Cruz J-F., Béavogui F. 2011. Le fonio, une céréale africaine. Versailles: Quae, CTA et Presses agronomiques de Gembloux, 176p.

Douthwaite B., Kuby T. Van de Fliert E., Schulz S. 2003. Impact pathway evaluation: an approach for achieving and attributing impact in complex systems. *Agricultural systems*, (78): 243-265. 91

Drame D., Cruz J.F., Diallo T.A., Son G., 2002. Rapport Annuel des activités (juillet 2001 à juin 2002) n°6/02. Projet CFC/IGG – (FIGG/02) : Amélioration des technologies post-récolte du fonio. CIRAD-IER-IRAG-IRSAT. CIRAD-Bamako. Mali. Septembre 2002. 26 p. + annexes

Guillermou Y. 2003. ONG et dynamiques politiques en Afrique. *Journal des anthropologues*, (94-95): 123-143

Leloup F., Moyart L., Pecqueur B. 2003. Le développement local en Afrique de l'Ouest : quelle(s) réalité(s) possible(s) ? *Mondes en développement*, 4 (124): 95-112

Marouzé C., Thaunay P., Dramé D., Loua F., Son G., Diop A. 2005. Décortiqueur à fonio GMBF dossiers de fabrication. Paris: L'Harmattan, 154p.

OCDE. 2005. Manuel d'Oslo. Paris: Editions de l'OCDE, 188p.

Olivier de Sardan J-P. 1995. La politique du terrain, sur la production des données en anthropologie. *Enquête*, (1): 71-109.

Perroulaz G. 2004. Le rôle des ONG dans la politique de développement : forces et limites, légitimité et contrôle. *Annuaire suisse de politique de développement*. 23 (2): 9-24.

Portères, R. 1955. Les céréales mineures du genre *Digitaria* en Afrique et en Europe. *Journal d'agriculture tropicale et de botanique appliquée*, 2 (7-9): 349-386.

Sylla A. 2005. Capitalisation d'informations sur la filière fonio au Mali. [en ligne] 115p. [consulté le 27/09/15].

http://www.afriqueverte.org/r2_public/media/fck/File/Documentation/Outils_information/filiere-fonio-mali.pdf

Tartanac F., Treillon R. 1989. La cause de l'innovation. Tome 2 : innovations et transferts technologiques en agro-alimentaire. Quelques études de cas : Action thématique programmée « Pilotage par l'aval de l'innovation technologique dans les filières courtes ». Montpellier: CIRAD-CEEMAT, 155p.

Temple L., Saint Martin G., Alami Tazi S., Barret D. 2012. L'évaluation d'impact de la recherche agronomique quelles évolutions méthodologiques pour le développement des suds ? 28p. « La mesure du développement, comment science et politiques se conjuguent » GEMDEV. 1,2 et 3 février 2012, Paris, France.